



**Vlaanderen**  
is wetenschap

# Statistische analyse van het gebruik van het litoraal door steltlopers in de Westerschelde

Joost Vanoverbeke, Gunther Van Ryckegem

INSTITUUT  
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

**Auteurs:**

Joost Vanoverbeke, Gunther Van Ryckegem  
Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is het Vlaams onderzoeks- en kenniscentrum voor natuur en het duurzame beheer en gebruik ervan. Het INBO verricht onderzoek en levert kennis aan al wie het beleid voorbereidt, uitvoert of erin geïnteresseerd is.

**Vestiging:**

INBO Brussel  
Kliniekstraat 25, 1070 Anderlecht  
www.inbo.be

**e-mail:**

Gunther.VanRyckegem@inbo.be

**Wijze van citeren:**

Vanoverbeke, J & Van Ryckegem, G (2015). Statistische analyse van het gebruik van het litoraal door steltlopers in de Westerschelde. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2015 (INBO.R.2015.11358580). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

**D/2016/3241/001**

**INBO.R.2015.11358580**

**ISSN: 1782-9054**

**Verantwoordelijke uitgever:**

Maurice Hoffmann

**Druk:**

Managementondersteunende Diensten van de Vlaamse overheid

**Foto cover:**

Geert Spanoghe

**Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van:**

in opdracht Deltares 1220094-000-ZKS-0005



## **Statistische analyse van het gebruik van het litoraal door steltlopers in de Westerschelde**

**Joost Vanoverbeke, Gunther Van Ryckegem**

INBO.R.2015.11358580  
In opdracht Deltares 1220094-000-ZKS-0005

## Inhoudstafel

<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Vraagstelling .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Materiaal en methode .....</b>	<b>7</b>
3.1	Gegevens.....	7
3.2	Verkennde analyse.....	7
3.3	Analyse van abundanties .....	8
3.4	Poweranalyse.....	9
3.4.1	Verhogen van het aantal replicate tellingen.....	9
3.4.2	Verruimen van het studiegebied .....	10
<b>4</b>	<b>Resultaten.....</b>	<b>11</b>
4.1	Verkennde analyse en selectie van onafhankelijke variabelen .....	11
4.2	Analyse van abundanties .....	12
4.3	Poweranalyse.....	16
<b>5</b>	<b>Discussie .....</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>Conclusie.....</b>	<b>29</b>
<b>7</b>	<b>Verder onderzoek .....</b>	<b>30</b>
7.1	Percentage droogvalduur laagdynamisch.....	30
Referenties	.....	33
Bijlage 1	.....	34
Bijlage 2	.....	36
Bijlage 3	.....	37
Bijlage 4	.....	38
Bijlage 5	.....	39
Bijlage 6	.....	41

# 1 Inleiding

Slikken en platen zijn belangrijke foerageergebieden voor steltlopers. Daarbij zijn vooral de laagdynamische zones in het intergetijden gebied van belang omdat zich daar de grootste abundantie aan bentische organismen bevindt die de voedselbron zijn voor deze vogels (Alkyon 2006, Lanckriet et al. 2014). De geschiktheid van een slik of plaat als foerageergebied wordt dus in grote mate bepaald door de grootte en de kwaliteit van de intertidale laagdynamische zone. Onder kwaliteit verstaan we hier de spreiding in droogvalduren die binnen de laagdynamische zone van het intergetijdengebied vallen. De droogvalduur is de periode dat de bodem in het intergetijdengebied boven de waterlijn ligt. Hoe groter de spreiding in droogvalduren binnen de laagdynamische zone, hoe langer de periode dat de op- en afgaande waterlijn binnen een getijcyclus zich binnen de laagdynamische zone bevindt. Dit is van belang omdat een grotere spreiding in droogvalduur binnen de laagdynamische zone betekent dat de vogels een langere periode kunnen foerageren langsheen de waterlijn gedurende een getijcyclus. In termen van habitatkenmerken betekent een grotere spreiding in droogvalduur binnen de laagdynamische zone dat de platen en slikken breder zijn en een geleidelijke, flauwe helling hebben. Vooral voor kleinere steltlopersoorten zou dit bepalend kunnen zijn, omdat kleine steltlopers meer tijd nodig hebben om te foerageren dan grote steltlopers (Zwarts, Blomert, Bos & Sikkema 2011, Schellekens, Ens & Ysebaert 2013). Aangezien de hoogdynamische zones zich hoofdzakelijk in de lager gelegen delen van de slikken en platen bevinden, wordt de spreiding in droogvalduren binnen het laagdynamisch litoraal in de Westerschelde bepaald door de bovengrens in droogvalduur van het hoogdynamisch litoraal en door de bovengrens in droogvalduur van het slik of de plaat. Het verschil tussen deze twee grenzen bepaalt de spreiding in droogvalduurpercentages in het laagdynamisch litoraal.

De Westerschelde is een Natura 2000 gebied, waar voor de kwalificerende vogelsoorten kwantitatieve doelstellingen zijn geformuleerd. Deze instandhoudingsdoelstellingen dreigen voor een aantal steltlopersoorten niet gehaald te worden. Het is dus van belang om te weten welke habitatkarakteristieken bepalend zijn om een gezonde steltloperpopulatie te onderhouden. Op dit ogenblik ontbreekt echter nog voldoende kennis omtrent de karakteristieken die de draagkracht voor steltlopers beïnvloeden. Deze kennis is nodig om te kunnen bepalen of de morfologie van het gebied voldoende ruimte biedt voor natuurontwikkeling. Zij is ook belangrijk voor het maken van beheerplannen en het inschatten van de effecten van ingrepen in de Westerschelde op de steltloper populaties. Betere kennis over het daadwerkelijk gebruik van gebieden door steltlopers en van de oorzaken voor beperkt gebruik kan helpen om de gevolgen van baggerspeciëstoringen te beoordelen en kan ook gebruikt worden om storingen gericht in te zetten om de foerageersituatie voor steltlopers te verbeteren. Omdat de kleine steltlopers in vergelijking met de grote steltlopers veel hogere eisen stellen aan een gebied qua foerageertijd, kunnen zij hierbij fungeren als signaalsoorten.

In 2014 werden in opdracht van RWS twee studies uitgevoerd naar het gebruik van het intergetijdengebied door steltlopers. Eén studie was gericht op de Oosterschelde (Bouwmeester 2015) en de andere op de Westerschelde (Bouwmeester 2014). Deze studies hadden als doelstelling om na te gaan of er aan de hand van een nieuwe methodiek met een (beperkt) aantal tellingen tijdens afgaand/laag water relevante gegevens konden worden verzameld om de bovenvermelde hiaten in de kennis omtrent habitat vereisten voor steltlopers in te vullen. Deze gegevens zijn dus voorhanden, maar er is daarnaast nood aan een goede statistische verwerking die enerzijds het belang van bepaalde habitateigenschappen kan ondersteunen en anderzijds uitspraak kan doen over de benodigde inspanning bij het verzamelen van gegevens om voorspellingen te kunnen doen met voldoende betrouwbaarheid. Dit rapport focust op de gegevens uit de Westerschelde.

## 2 Vraagstelling

- Welke fysische eigenschappen van slikken en platen met betrekking tot de grootte en kwaliteit van het laagdynamische areaal zijn bepalend voor de draagkracht van steltlopers binnen deze gebieden?
- Is het belang van deze habitatkenmerken afhankelijk van de grootte van de foeragerende steltlopers?
- Welke inspanning is nodig bij het verzamelen van de gegevens (aantal gebieden, aantal tellingen per gebied) om betrouwbare uitspraken te doen in verband met de draagkracht in functie van bepalende habitatkenmerken?

## 3 Materiaal en methode

### 3.1 Gegevens

Deze studie betreft een louter statistische analyse waarbij er geen eigen data werden verzameld. De gegevens werden aangereikt door de opdrachtgever. Hieronder volgt een korte beschrijving van de gegevensverwerving. Voor meer informatie verwijzen we naar Bouwmeester (2014). Tijdens september en oktober 2014 werd telkens één telling uitgevoerd van de steltlopers (en Bergeend) tijdens laagwater/afgaand water op de slikken en platen van de Westerschelde. Hiervoor werden de slikken en platen onderverdeeld in een aantal afzonderlijke telgebieden (22 in totaal, zie Bijlage 1), die gegroepeerd zijn binnen grotere geografische zones. Voor de Hooge Platen wijkt de telmethode af van de overige telgebieden, en werden hoogwater tellingen gebruikt van de Hooge Platen zelf en omliggende gebieden (Dit gebied is dusdanig groot dat het niet door één waarnemer is te tellen).

Voor elk van de telgebieden werden een aantal habitatkenmerken bepaald, die mogelijks een effect hebben op de waargenomen abundanties van de watervogels (Bijlage 1). De belangrijkste kenmerken zijn de oppervlakte aan laagdynamisch areaal ( $Opp_L$ ) van de platen of slikken, de maximale droogvalduur in de laagdynamische zone ( $MD_L$ ) en in de hoogdynamische zone ( $MD_H$ ) van elk slik of plaat en de spreiding in droogvalduren in de laagdynamische zone ( $SP_L$ ), berekend als  $MD_L - MD_H$  (de hoogdynamische zones bevinden zich in de Westerschelde in de lager gelegen delen en dus vormt  $MD_H$  de ondergrens van de laagdynamische zone).

Omdat er een grote mate van uitwisseling van vogels is tussen een aantal telgebieden en deze dus niet als onafhankelijke datapunten kunnen worden beschouwd, werd besloten om de gegevens voor Plaat van Baarland (PLB) en Zuidgors oost (ZGO), voor Paulinaschor oost (PSO) en Paulinaschor midden (PSM), en voor Platen van Hulst Schor (PHS) en Platen van Hulst oost (PHO) samen te voegen. Hierdoor wordt het aantal telgebieden gereduceerd van 22 naar 19. Oppervlaktes en abundanties van vogels werden gesommeerd over samengevoegde gebieden. Voor  $MD_H$  en  $MD_L$  werd respectievelijk het minimum en het maximum genomen over de samengevoegde gebieden en  $SP_L$  werd opnieuw berekend.

Alle analyses werden uitgevoerd in de statistische omgeving R.

### 3.2 Verkennende analyse

Aangezien de gegevens uit tellingen bestaan en bij definitie niet normaal verdeeld zijn, ligt het voor de hand dat hiermee rekening wordt gehouden bij de keuze van de analyse methode. Generalized models zijn ontworpen om met dergelijke gegevens om te gaan. Bovendien gaat het hier over herhaalde tellingen binnen specifieke gebieden, maanden en soorten. Er is dus een tijds-, plaats- en soort afhankelijke structuur in de gegevens. De eerste keuze is dan ook om gebruik te maken van een Generalized Linear Mixed Model (GLMM). Deze analyse houdt niet alleen rekening met de specifieke eigenschappen van gegevens bestaande uit tellingen, maar ook met de tijds-, plaats- en soort afhankelijkheid van de gegevens. Om na te gaan of een dergelijke analyse kan worden toegepast op de gegevens, werden de volgende verkennende analyses uitgevoerd:

- *verdeling van de afhankelijke variabele*: In eerste instantie wordt er voor tellingen gebruikt gemaakt van Generalized models met een log link functie en poisson respons verdeling. Indien niet aan de assumpties wordt voldaan voor de respons variatie (i.e. er is nog veel onverklaarde variatie) kan worden gebruik gemaakt van een negatief binomiale respons variatie (of zelfs een zero inflated model indien er veel meer nullen zijn dan verwacht). Op basis van een verkenning van de verdeling van de afhankelijke variabele kan een eerste inschatting gemaakt worden van de specificatie van het statistische model met betrekking tot de respons variatie. Hierbij wordt vooral nagegaan wat de spreiding is in de getelde

abundanties en de relatieve contributie van nullen. Bij een hoge aanwezigheid van nultellingen of een grote spreiding van de getelde aantallen dient er waarschijnlijk een negatief binomiale respons verdeling te worden verondersteld in plaats van een poisson respons verdeling in de GLMM. Na de berekening van het GLMM model met een gegeven respons verdeling wordt dan finaal gecontroleerd of aan de assumpties is voldaan (geen overdispersie).

- *lineair verband tussen afhankelijke variabele en onafhankelijke variabelen*: een GLMM veronderstelt een lineair verband tussen de afhankelijke variabele en de onafhankelijke variabelen. In een aantal verkennende grafieken wordt nagegaan in hoeverre lineariteit wordt benaderd en of er transformaties van de verklarende variabelen nodig zijn om de lineariteit te verbeteren. Merk op dat hierbij telkens de lineariteit wordt bekeken in relatie tot log getransformeerde aantallen, aangezien de GLMM ook verbanden berekent op de schaal van log getransformeerde abundanties. Na de berekening van het GLMM model wordt dan finaal gecontroleerd (grafische analyse van de residuen) of er aanwijzingen zijn voor niet lineaire verbanden.

- *multicollineariteit tussen verklarende variabelen*: Om een betrouwbare regressie analyse te doen dienen de verklarende variabelen onderling minimaal gecorreleerd te zijn (minimale multicollineariteit). Dit wordt verkend aan de hand van paarsgewijze correlaties tussen de variabelen en het berekenen van 'variance inflation factors' (VIF). Enkel variabelen waarvoor de onderlinge correlatie lager is dan 0.7, en waarvoor de VIF lager zijn dan 2, worden samen gebruikt in de verdere analyse. Indien dit niet het geval is, beïnvloeden de variabelen elkaar te veel en zijn de resultaten moeilijk interpreteerbaar, omdat de verklaarde variatie niet eenduidig kan worden toegeschreven aan één van de gegeven variabelen. Wanneer er keuze moet gemaakt worden tussen variabelen wegens multicollineariteit, worden de variabelen behouden die het meest relevant worden geacht voor het foerageergedrag van de vogels.

### 3.3 Analyse van abundanties

Het effect van verklarende variabelen op het aantal waargenomen vogels wordt geanalyseerd aan de hand van een Generalized Linear Mixed Model (GLMM) analyse. A priori werden hierbij telgebied, maand en soort gebruikt als structurele random variabelen om rekening te houden met de ruimtelijke, temporele en soortgebonden afhankelijkheidsstructuur van de gegevens. Voor geografisch gebied (hiërarchische structuur met telgebieden genest in geografisch gebied) wordt nagegaan of het toevoegen hiervan aan het model een meerwaarde biedt of niet. Indien dit niet het geval is, wordt geografisch gebied niet verder meegenomen om de structuur van het model te vereenvoudigen. Als maat voor de grootte van de soorten wordt het gewicht gebruikt als verklarende variabele. De keuze van verklarende variabelen gerelateerd tot eigenschappen van de telgebieden hangt af van de verkennende analyses en het potentieel optreden van multicollineariteit. Potentiele verklarende variabelen zijn oppervlakte aan laagdynamisch areaal ( $Opp_L$ ), de maximale droogvalduur in de laagdynamische zone ( $MD_L$ ) en de spreiding in droogvalduren in de laagdynamische zone ( $SP_L$ ).

Als link functie voor aantallen in de GLMM wordt de log link functie gebruikt (de voorspelde waarden uit het model zijn log getransformeerde verwachte aantallen). Uit verkennende analyses bleek dat een model met een poisson respons verdeling de respons variatie niet correct inschat (overdispersie van de respons variatie). Daarom wordt in de finale analyse een negatief binomiale respons verdeling verondersteld.

In de analyse worden alle interacties (inclusief hogere orde interacties) tussen verklarende variabelen in rekening gebracht. Er worden geen interacties tussen verklarende variabelen en structurele random variabelen of tussen de structurele random variabelen onderling verondersteld. Om de significantie van verklarende variabelen en interacties te bepalen, worden de marginale effecten van elke term (=



verklarende variabele of interactie tussen verklarende variabelen) getest (marginale testen inclusief alle andere termen voor een bepaald interactie niveau) aan de hand van  $\chi^2$  testen.

In eerste instantie wordt een analyse uitgevoerd inclusief de gegevens voor Hooge Platen. De aantallen voor de Hooge Platen werden echter op een andere manier bekomen dan voor de andere telgebieden, wat potentieel de resultaten kan beïnvloeden. Om na te gaan of de conclusies ook overeind blijven zonder rekening te houden met Hooge Platen, wordt er ook een analyse uitgevoerd exclusief de gegevens voor Hooge Platen. Tenslotte wordt er ook een analyse uitgevoerd met enkel de steltlopers en zonder Bergeend.

### 3.4 Poweranalyse

Op basis van de bovenstaande analyse kan een model opgesteld worden, waarmee voor elke soort de draagkracht kan worden voorspeld in functie van de relevante fysische habitatkenmerken. Aangezien de staalnamegrootte voor de huidige analyse echter beperkt is (19 gebieden, twee tellingen per gebied), is het raadzaam om de foutenmarges op deze voorspellingen te bekijken en een analyse te doen van de inspanningen die kunnen worden gedaan om de betrouwbaarheid van de voorspellingen te verhogen.

#### 3.4.1 Verhogen van het aantal replicate tellingen

De potentie om aan de hand van een intensivering van de telcampagne een betere precisie te bekomen van de voorspellingen, kan bestudeerd worden aan de hand van een poweranalyse. Voor elk van de bestudeerde gebieden kunnen op basis van de bekomen parameters uit het model een aantal imaginaire tellingen worden gecreëerd die rekening houden met de specifieke gebiedseigenschappen en eigenschappen van de verschillende soorten. Door stelselmatig het aantal replicate tellingen te verhogen, kan dan op basis van dergelijke simulaties het effect van het aantal replicate tellingen op de onzekerheid van de voorspellingen worden nagegaan. Bij het creëren van de imaginaire tellingen zijn de gebieds- en soorteigenschappen een constante, gebaseerd op de gegevens en resultaten uit de voorgaande analyse. Verschillen in aantallen tussen de imaginaire replicate tellingen voor een bepaald gebied en soort worden bepaald door de geschatte variatie tussen tellingen in verschillende maanden. De variatie tussen maandelijkse tellingen wordt enerzijds bepaald door de intrinsieke variatie in aantallen vogels rond het verwachte gemiddelde (afhankelijk van de onderliggende respons variatie) en anderzijds door de variatie eigen aan een 'maand' effect (i.e. variatie in aantal vogels toegekend aan niet nader bepaalde temporele verschillen in omgevingskarakteristieken tussen de verschillende tellingen). Schatters voor beide componenten van de variatie tussen tellingen worden bekomen uit de modelanalyse. Omdat er echter slechts tijdens twee maanden werd geteld is de schatting van de variatie geassocieerd met een maand effect in de analyse niet erg precies. Daarom werd deze variatie opnieuw geschat aan de hand van externe gegevens aan dit project. Op basis van de lange termijn monitoring gegevens van hoogwatertellingen van steltlopers in de Westerschelde (Netwerk Ecologische Monitoring, SOVON, RWS & CBS, [www.sovon.nl](http://www.sovon.nl) gerapporteerd in jaarrapporten bv. Strucker et al. 2012) werd een eenvoudige analyse uitgevoerd die de variatie tussen wintermaanden (oktober-maart) inschat voor de periode 2007-2011 (zie Bijlage 4). Merk op dat in deze aanvullende dataset geen gegevens beschikbaar zijn voor de maand september. Er wordt dus verondersteld dat de gegevens uit september in de huidige dataset, niet fundamenteel verschillen van de doorsnee wintermaand zoals waargenomen in de aanvullende dataset. Bovendien wordt er in deze analyse geen rekening gehouden met potentiële 'jaar' effecten en met potentiële jaarlijks terugkerende trends in de aantallen voor een specifieke maand. Elke wintermaand in de periode 2007-2011 (= 30 maanden) wordt als onafhankelijk of uniek beschouwd. Er wordt dus van uit gegaan dat potentiële trends impliciet vervat zitten in de variatie verklaard door het maand effect. Deze vereenvoudiging wordt gemaakt omdat deze trends niet kunnen worden opgenomen in de analyse van de huidige dataset met laagwatertellingen. Om het effect van aantal

tellingen per gebied te bestuderen werden telkens 20 datasets gecreëerd met respectievelijk 2, 5, 10 en 20 replicate tellingen per gebied.

### 3.4.2 Verruimen van het studiegebied

Naast het verhogen van het aantal replicate tellingen per telgebied, kan er ook nagegaan worden hoe het toevoegen van extra telgebieden de betrouwbaarheid van de voorspellingen beïnvloedt. De poweranalyse zoals beschreven onder 3.4.1 geeft enkel voorspellingen van de betrouwbaarheid op basis van de specifieke eigenschappen van elk effectief telgebied uit de dataset. In analogie met het creëren van imaginaire tellingen voor elk gebied kunnen er ook een aantal 'nieuwe' gebieden worden gecreëerd op basis van de kenmerkverdeling zoals waargenomen voor de bestudeerde gebieden. Voor elk nieuw gecreëerd gebied worden de relevante fysische eigenschappen toevallig gekozen op basis van de distributies en onderlinge correlaties van de fysische eigenschappen voor de bestudeerde telgebieden. Zoals voor het maand effect in 3.4.1, wordt bovendien op basis van de geschatte variatie tussen telgebieden een 'gebiedseffect' toegekend aan elk gecreëerd gebied. Dit gebiedseffect is een representatie van de verschillen in aantal vogels tussen gebieden die niet kunnen verklaard worden door de relevante fysische eigenschappen opgenomen in het model, maar worden veroorzaakt door niet nader bepaalde verschillen in omgevingskarakteristieken tussen de verschillende gebieden. Voor elk van deze 'nieuwe' gebieden worden vervolgens een aantal tellingen gecreëerd zoals beschreven onder 3.4.1. Op deze manier kunnen een aantal nieuwe gegevenssets worden aangemaakt waarbij niet alleen het aantal tellingen per gebied kan worden gevarieerd, maar ook het aantal telgebieden binnen het studiegebied. Hiermee kan het effect van aantal gebieden en aantal tellingen per gebied op de betrouwbaarheid van de voorspellingen worden bestudeerd. Er werden datasets gecreëerd met 20, 30, 40 en 50 telgebieden. Deze settings werden bovendien gecombineerd met verschillende aantallen replicate tellingen per gebied zoals hierboven beschreven (2, 5, 10 en 20 replicate tellingen per gebied). Voor elke combinatie van aantal gebieden en aantal tellingen per gebied werden 50 datasets gecreëerd.

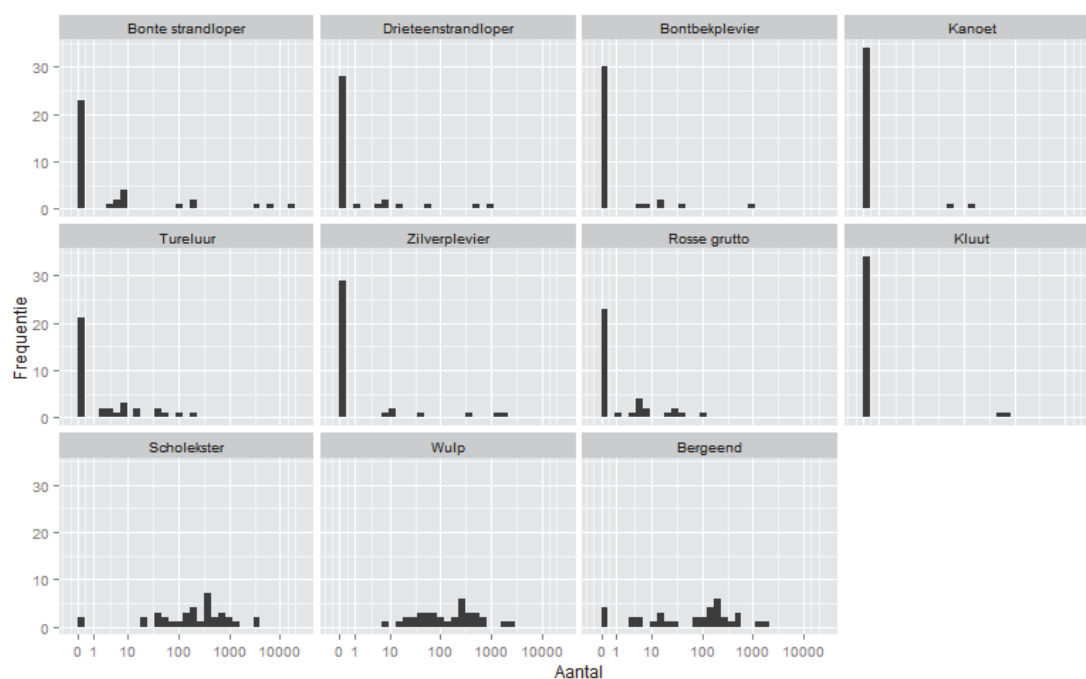
## 4 Resultaten

### 4.1 Verkennende analyse en selectie van onafhankelijke variabelen

Omdat de oppervlakte van het laagdynamisch litoraal op de Plaat voor Baarland slechts 0.2 ha bedraagt, en deze plaat dus *a priori* als ongeschikt voor steltlopers kan worden beschouwd, werd dit telgebied niet meegenomen in de verdere analyses. In dit gebied werd het laagste aantal vogels geteld (totaal 68 vogels, gemiddeld over de telling van september en oktober).

*distributedie van de afhankelijke variabele (aantal vogels per soort, gebied en tijdstip)*

De aantallen per telling variëren van nul tot 15000 (Figuur 1). De hoogste aantallen werden geteld voor Bonte Strandloper. Voor Kanoet en Kluut zijn er telkens slechts twee tellingen waarbij die soort werd waargenomen (september en oktober in HPL voor Kanoet en september en oktober in PLB & ZGO voor Kluut). Wegens het lage aantal waarnemingen werden deze twee soorten niet verder opgenomen in de analyses. Het laagste aantal nultellingen werd waargenomen voor Bergeend, Scholekster en Wulp, welke de drie grootste soorten zijn. De distributie van de aantallen per soort toont echter dat er in het algemeen veel nultellingen zijn, wat suggereert dat er in de GLMM gebruik moet gemaakt worden van een negatief binomiale respons distributie in plaats van een poisson respons distributie.

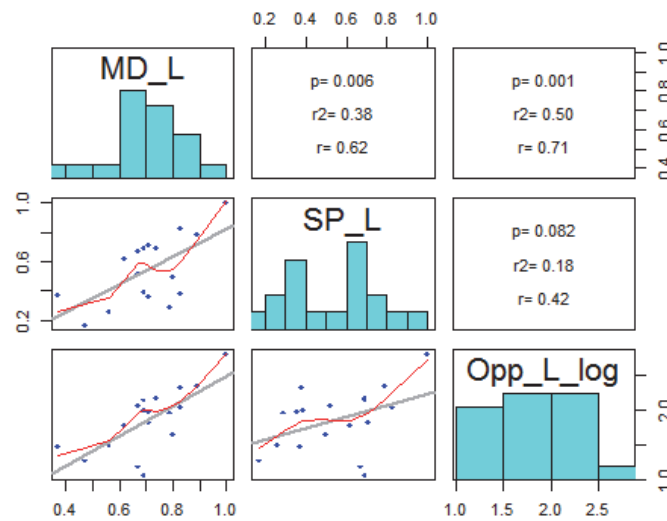


Figuur 1: Frequentie distributie van het aantal getelde vogels per soort per telling. De soorten zijn geordend (linksboven naar rechtsonder) in functie van toenemend gewicht.

Op basis van de preliminaire verkenning van de verbanden tussen aantallen (log getransformeerd) en potentiële verklarende variabelen (Gewicht per soort, maximale droogvalduur laagdynamisch  $MD_L$ , spreiding droogvalduur laagdynamisch  $SP_L$ , oppervlakte laagdynamisch  $Opp_L$ ) werd geopteerd om  $Opp_L$  logaritmicus te transformeren, terwijl Gewicht,  $MD_L$  en  $SP_L$  niet getransformeerd worden (zie Bijlage 2).

#### multicollineariteit tussen verklarende variabelen

Gewicht (eigenschap van soorten) is niet gecorreleerd met de andere verklarende variabelen (eigenschappen van telgebieden). De maximale droogvalduur  $MD_L$  is sterk gecorreleerd met de spreiding in droogvalduur  $SP_L$  (Pearson  $r = 0.62$ ) en Oppervlakte  $Opp_L$  (Pearson  $r = 0.71$ ) (Figuur 2), wat resulteert in VIF waarden  $> 2$ .  $SP_L$  en  $Opp_L$  zijn slechts matig gecorreleerd (Pearson  $r = 0.42$ ).  $SP_L$  en  $Opp_L$  worden dan ook meegenomen als verklarende variabelen in de analyse (VIF = 1.2) samen met Gewicht.  $MD_L$  wordt niet meegenomen. Hierbij wordt aangenomen dat de spreiding in droogvalduur in het laagdynamisch ( $SP_L$ ) relevanter is dan de totale spreiding in droogvalduur (inclusief hoogdynamisch;  $MD_L$ ) voor het foerageergedrag van de vogels.



Figuur 2: correlaties tussen de predictor variabelen. De grijze lijn geeft ter illustratie de lineaire regressie voor elke combinatie, de rode lijn geeft de lowess smoother.

## 4.2 Analyse van abundanties

Er werd een Generalized Linear Mixed Model (GLMM) analyse uitgevoerd met aantallen als afhankelijke variabele en Gewicht,  $\log_{10}(Opp_L)$  en  $SP_L$  als continue verklarende variabelen. Telgebied, maand en soort werden toegevoegd als structurele random variabelen om rekening te houden met de ruimtelijke, temporele en soortgebonden afhankelijkheidsstructuur van de gegevens. Een preliminaire analyse toonde aan dat een hiërarchisch model met telgebieden geclusterd binnen geografisch gebied geen meerwaarde opleverde (de verklaarde variatie toegeschreven aan geografisch gebied was te verwaarlozen). Daarom werd geografisch gebied niet opgenomen in de finale analyse. In de analyse werden alle interacties (inclusief de driewegsinteractie) tussen Gewicht,  $\log_{10}(Opp_L)$  en  $SP_L$  in rekening gebracht. Er werden geen interacties tussen verklarende variabelen en structurele random variabelen of tussen de structurele random variabelen onderling verondersteld. Als link functie werd de log link gebruikt, zodat de algemene formule er als volgt uitziet:

$$\log \hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \log_{10} Opp_L + \beta_2 \cdot SP_L + \beta_3 \cdot \text{Gewicht} + \beta_4 \cdot \log_{10} Opp_L \cdot SP_L + \beta_5 \cdot \log_{10} Opp_L \cdot \text{Gewicht} + \beta_6 \cdot SP_L \cdot \text{Gewicht} + \beta_7 \cdot \log_{10} Opp_L \cdot SP_L \cdot \text{Gewicht} + \gamma_1 \cdot \text{Soort} + \gamma_2 \cdot \text{Gebied} + \gamma_3 \cdot \text{Maand}$$

Waarbij  $\hat{Y}$  gelijk staat met de verwachte gemiddelde abundantie, de  $\beta$  staan voor de coëfficiënten geassocieerd met de voorspellende variabelen en de  $\gamma$  staan voor coëfficiënten geassocieerd met de random variabelen.

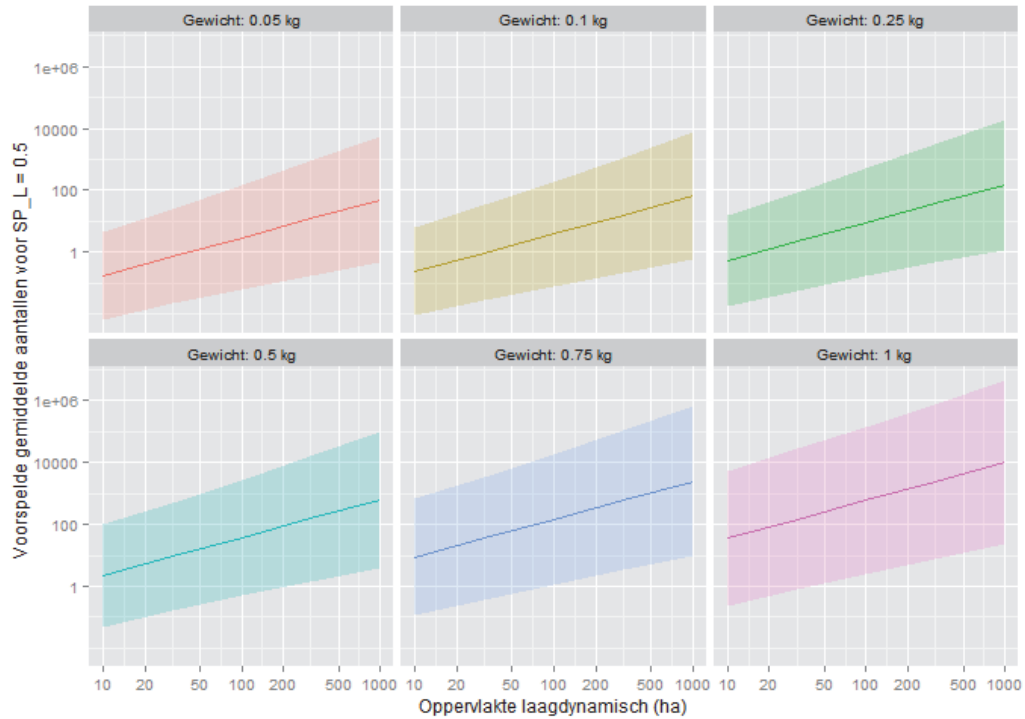
Zoals reeds hoger vermeld, werd het telgebied PVB niet meegenomen in de analyse. Ook werden de tellingen voor Kanoet en Kluut niet in rekening gebracht. Een eerste analyse met een poisson respons distributie bevatte nog een hoog significante overdispersie, wat erop wijst dat deze respons distributie de gegevens niet adequaat beschrijft. Met een negatief binomiale respons distributie was er geen significante overdispersie meer. De finale analyse werd dus uitgevoerd met een negatief binomiale respons distributie. Visuele inspectie van de residuen toonde aan dat aan de assumptie van lineaire responsen voldaan is. In Tabel 1 worden de resultaten weergegeven voor de analyse inclusief Hooge Platen.

Tabel 1: ANOVA tabel voor de analyse inclusief Hooge Platen

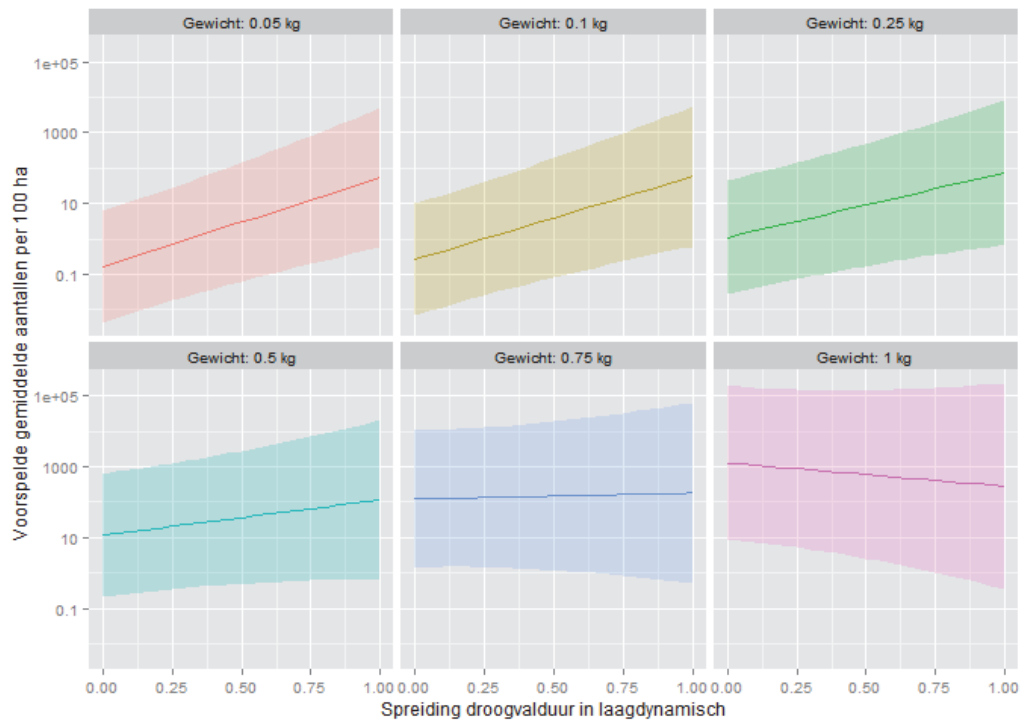
Effect	Df	Deviance	P
<b><math>\log_{10}(\text{Opp}_L)</math></b>	1	14.36	<b>&lt;0.001</b>
<b><math>SP_L</math></b>	1	6.04	<b>0.014</b>
<b>Gewicht</b>	1	8.72	<b>0.003</b>
$\log_{10}(\text{Opp}_L) * SP_L$	1	1.62	0.20
$\log_{10}(\text{Opp}_L) * \text{Gewicht}$	1	0.4	0.53
$SP_L * \text{Gewicht}$	1	9.62	<b>0.002</b>
$\log_{10}(\text{Opp}_L) * SP_L * \text{Gewicht}$	1	0.88	0.35

Er is een hoog significant effect van oppervlakte ( $\text{Opp}_L$ ;  $p < 0.001$ ) op de aantallen. In Figuur 3A is te zien dat het aantal vogels toeneemt met de oppervlakte aan laagdynamisch litoraal. Deze stijging (de helling van de regressielijn) is onafhankelijk van het gewicht. Voor een oppervlakte van 10 ha worden gemiddeld tussen de 0 en 35 aantal vogels waargenomen, afhankelijk van het gewicht (en voor een spreiding in droogvalduur van 0.5 (50%)). Voor een oppervlakte van 1000 ha worden tussen de 50 en 10000 aantal vogels waargenomen afhankelijk van het gewicht. Er is ook een hoog significante interactie tussen de spreiding in droogvalduren  $SP_L$  en gewicht ( $p = 0.002$ ). Het onafhankelijke effect van  $SP_L$  en van gewicht zijn eveneens significant, maar wegens de interactie tussen deze twee variabelen worden deze algemene effecten niet verder geïnterpreteerd. Figuur 3B geeft voor een aantal specifieke gewichten het effect van  $SP_L$  weer op de abundantie. Voor soorten met een laag gewicht (gewicht  $< 0.5$  kg) is er een duidelijke stijging in het gemiddeld aantal individuen in functie van de spreiding in droogvalduren ( $SP_L$ ), terwijl grote soorten (gewicht  $\geq 0.5$  kg) reeds in hoge aantallen voorkomen bij een lage spreiding in droogvalduren. Indien we de resultaten per soort bekijken (Figuur 44), zien we dat er binnen een gewichtsklasse nog belangrijke verschillen tussen soorten kunnen optreden. In de laagste gewichtsklasse (gewicht rond de 0.05 kg) zijn de abundanties van Bonte strandloper beduidend hoger dan die van Bontbekplevier en Drieteenstrandloper.

A

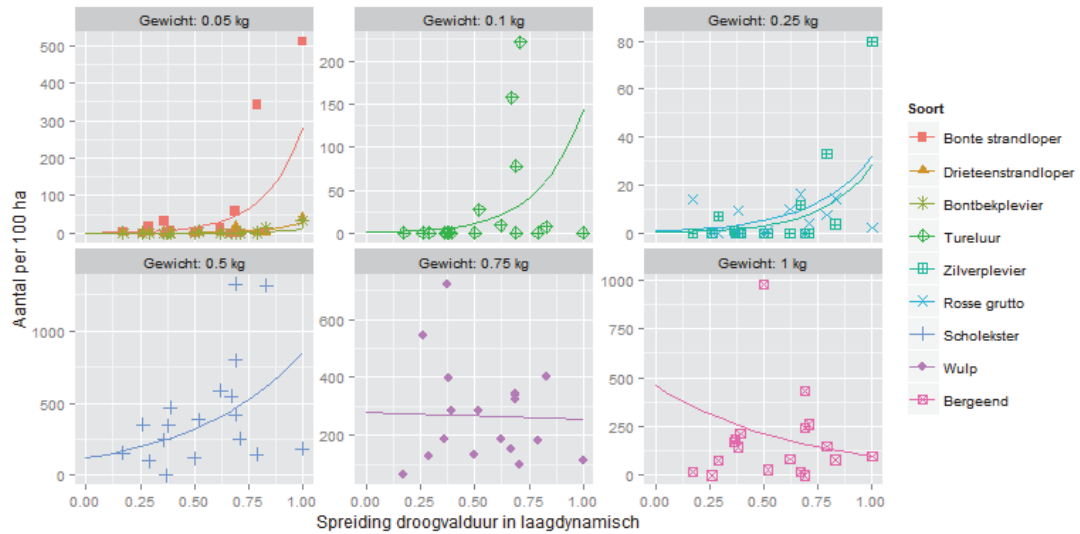


B

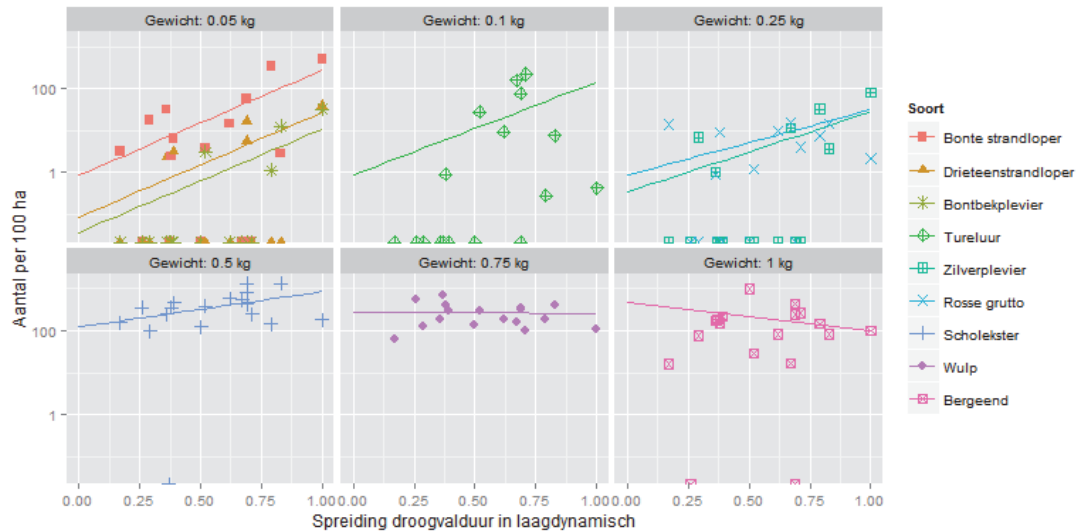


Figuur 3: verwachte aantallen voor een selectie uit de waargenomen range van gewichten (uitgedrukt in kg); A) in functie van de oppervlakte laagdynamisch litoraal ( $Opp_L$ ) en voor een spreiding in droogvalduur ( $SP_L$ ) van 0.5; en B) in functie van de spreiding in droogvalduur laagdynamisch ( $SP_L$ ) en voor een laagdynamisch areaal van 100 ha. De foutenmarges geven de 95% betrouwbaarheidsintervallen weer rond het geschatte gemiddelde.

A



B



Figuur 4: vergelijking tussen de verwachte aantallen per soort (regressielijnen) en de waargenomen aantallen (punten; gemiddelde over maanden, gecorrigeerd naar een oppervlakte van 100 ha) in functie van de spreiding in droogvalduur laagdynamisch (SPL). De soorten zijn gegroepeerd per gewichtsklasse (uitgedrukt in kg). A : Aantallen in de werkelijke schaal; de weergegeven range in de y-as varieert per deelgrafiek. B : Aantallen op een logaritmische schaal; de weergegeven range in de y-as is dezelfde voor elke deelgrafiek.

Wanneer de gegevens voor Hooge Platen of voor Bergeend niet worden meegenomen in de analyse, blijven de resultaten overeen. Er is een significant effect van  $Opp_L$  en van de interactie tussen  $SP_L$  en gewicht (zie Bijlage 3).

### 4.3 Poweranalyse

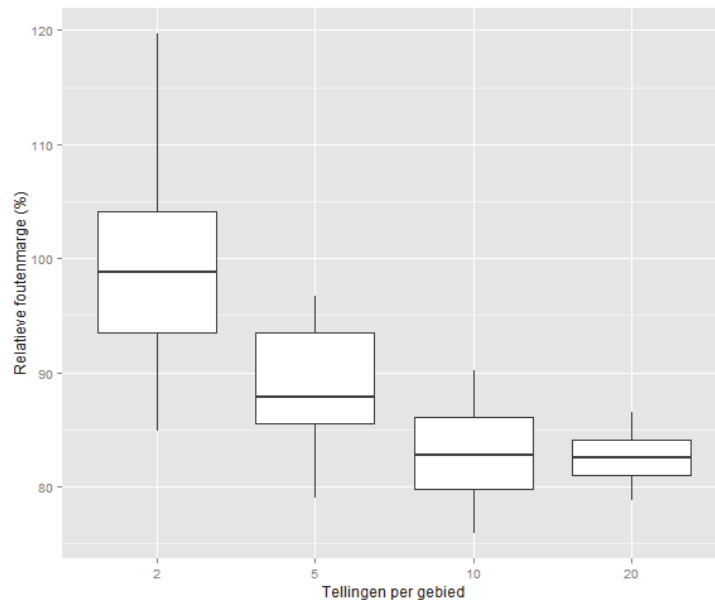
Figuur 5A geeft voor de bestaande gebieden in de dataset, de relatie weer tussen de toename in aantal tellingen per gebied en de betrouwbaarheid van de voorspelde gemiddelde aantallen, uitgedrukt op de schaal van de lineaire predictor ( $\log \hat{Y}$ ). In vergelijking met de referentie (2 tellingen per gebied) neemt de onzekerheid op de voorspellingen stelselmatig af tot 10 replicate (maandelijkse) tellingen per gebied. Bij dit aantal replicate tellingen is de onzekerheid 80-85% van de onzekerheid voor de referentie. Meer replicate tellingen (20) hebben niet veel invloed meer op de betrouwbaarheid.

In Figuur 5B worden de resultaten van de poweranalyse weergegeven waarbij niet alleen nieuwe tellingen maar ook nieuwe gebieden werden gecreëerd. Uit deze figuur blijkt dat een toename van het aantal gebieden een sterk effect heeft op de betrouwbaarheid. Er is in het algemeen een duidelijke daling in de onzekerheid van de voorspellingen relatief ten opzichte van de referentie (20 gebieden, 2 tellingen per gebied) met een toename van het aantal gebieden. Voor een gegeven aantal gebieden zien we opnieuw dat er een afname is in de onzekerheid met een verhoging van het aantal replicate (maandelijkse) tellingen. Voor een combinatie van 30-40 gebieden en 5-10 replicate tellingen is de onzekerheid 70-75% van de onzekerheid voor de referentie (20 gebieden, 2 tellingen per gebied). Opmerkelijk in deze setting is dat er reeds vanaf 5 replicate tellingen per gebied een beduidend verschil is ten opzichte van 2 replicate tellingen en dat de onzekerheid niet veel meer afneemt met verdere toename van het aantal replicate tellingen. Dit verschilt enigszins van de resultaten in Figuur 5A (vergelijking voor setting met 20 gebieden). Deze verschillen hebben waarschijnlijk te maken met de kenmerken van de nieuw gecreëerde gebieden in de simulaties voor Figuur 5B (voor de resultaten in Figuur 5A werden geen nieuwe gebieden gecreëerd maar werden telkens de gebieden uit de oorspronkelijke dataset gebruikt). Hoewel de relatieve foutenmarge gemiddeld lager is in Figuur 5B (voor 20 gebieden) in vergelijking met Figuur 5A is de spreiding op deze foutenmarge groter. Dit wijst er inderdaad op dat het resultaat afhangt van de specifieke eigenschappen van de nieuw gecreëerde gebieden per simulatie in Figuur 5B.

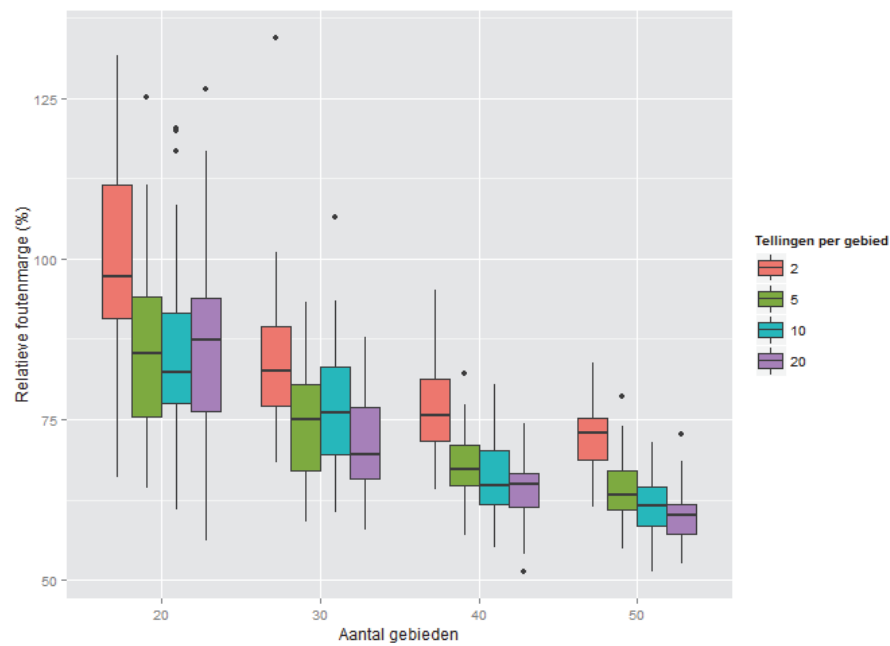
Als we de bekomen resultaten doorvertalen naar effectieve voorspelde aantallen in functie van gewicht en van spreiding in droogvalduur in het laagdynamisch (Figuur 6) zien we zowel voor de bovengrens als voor de ondergrens tot een grootteorde verschil in de breedte van de betrouwbaarheidsintervallen voor 30-40 gebieden en 10 tellingen in vergelijking met de referentie (20 gebieden, 2 tellingen per gebied). Met andere woorden, de 95% betrouwbaarheidsintervallen worden, zowel aan de onder- als bovengrens, tot 10 keer smaller in vergelijking met de referentie.



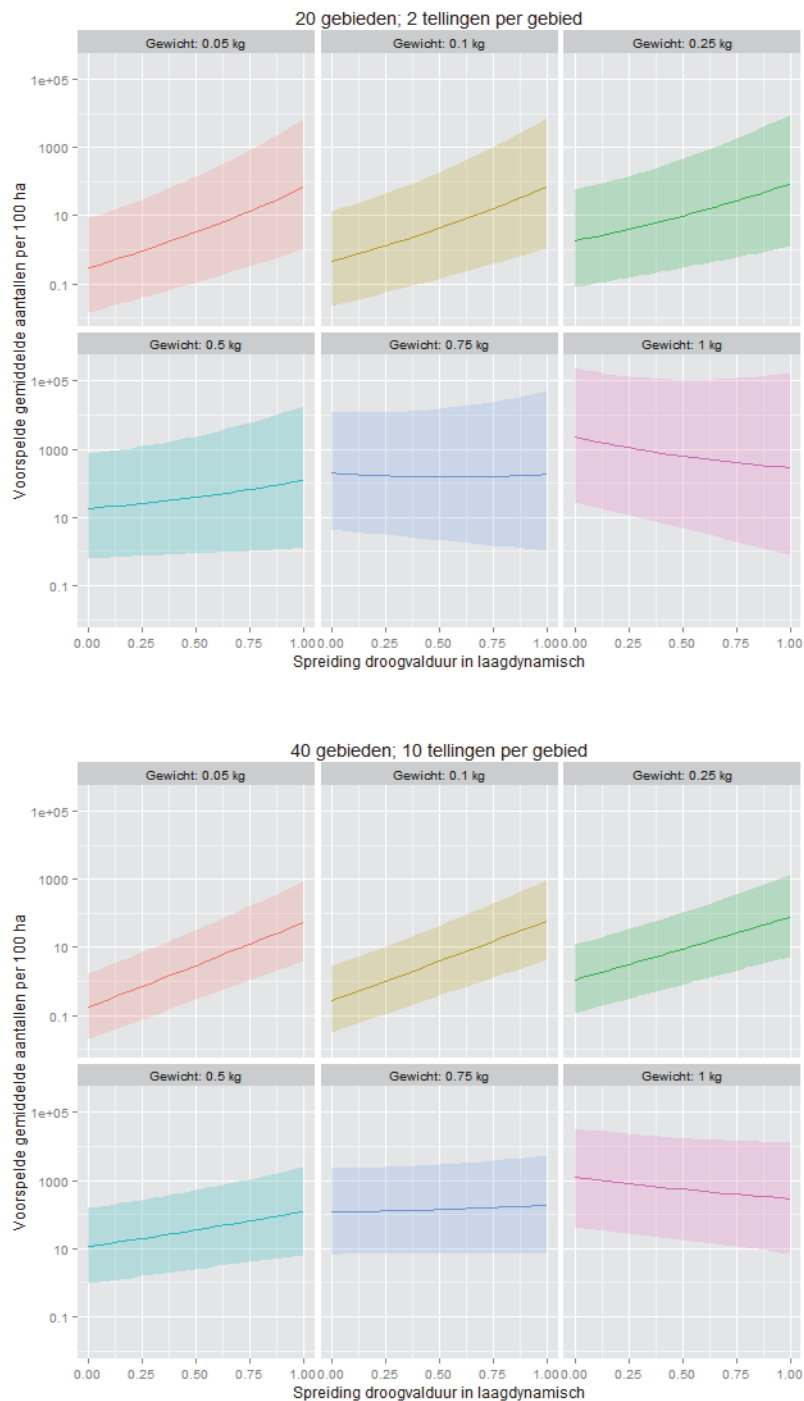
A



B



Figuur 5: Resultaten van de poweranalyses. De boxplots geven voor elke combinatie van parameters (aantal tellingen per gebied (A) of aantal gebieden en aantal tellingen per gebied (B)) de grootte van de foutenmarge weer procentueel ten opzichte van een referentie situatie die is gebaseerd op de grootte van de eigenlijke dataset (19 gebieden en 2 tellingen per gebied). Voor elke combinatie van parameters werden 20 onafhankelijke simulaties uitgevoerd.



Figuur 6: vergelijking van de resultaten uit de poweranalyse voor 20 telgebieden en 2 tellingen per gebied ten opzichte van 40 telgebieden en 10 tellingen per gebied: verwachte aantallen voor een selectie uit de waargenomen range van gewichten (uitgedrukt in kg) in functie van de spreiding in droogvalduur laagdynamisch ( $SP_L$ ) en voor een laagdynamisch areaal van 100 ha. De foutenmarges geven de 95% betrouwbaarheidsintervallen weer rond het geschatte gemiddelde.

## 5 Discussie

Om te fungeren als goede foerageergebieden voor steltlopers, dienen de slikken en platen aan een aantal vereisten te voldoen. In de eerste plaats is er voldoende areaal aan laagdynamische litoraal gebied nodig. De laagdynamische zones zijn veel voedselrijker dan hoogdynamische zones, en steltlopers zullen dan ook afwezig blijven op slikken of platen met een hoog aandeel hoogdynamisch gebied. De Plaat voor Baarland (PVB) bijvoorbeeld, bestaat zo goed als volledig uit hoogdynamische zone, en er worden op deze plaat heel weinig steltlopers waargenomen. Paulinaschor oost & Paulinaschor midden (PSO & PSM), en de Platen van Hulst Schor & Platen van Hulst oost (PHS & PHO), daarentegen, herbergen voor een vergelijkbare totale oppervlakte (ca. 150 ha) een veel hoger aandeel aan laagdynamische zone (80%) en de aantallen getelde steltlopers zijn hier tien maal of meer hoger dan op PVB. Deze vereiste van voldoende oppervlakte laagdynamisch foerageergebied geldt voor alle soorten, ongeacht hun grootte. Dit blijkt in de analyse uit het feit dat er geen interactie is tussen oppervlakte laagdynamisch litoraal en gewicht. Om het relatieve belang van hoog- en laagdynamisch areaal te bepalen wordt bij voorkeur een analyse gedaan waarbij ook het hoogdynamisch areaal in rekening wordt gebracht. Verkennende analyses geven echter aan dat er sterke correlaties zijn tussen de eigenschappen van de hoogdynamische en van de laagdynamische zones binnen elk gebied. Zodoende is een dergelijke analyse niet mogelijk, omdat de variabelen niet voldoende onafhankelijk zijn (er is sterke multicollineariteit). Uit de analyses blijkt ook dat een groter laagdynamisch areaal een iets meer dan evenredig effect heeft op de aantallen. Een verdubbeling van de oppervlakte verhoogt immers de aantallen met een factor 2.3. Dit suggereert dat een groot aaneengesloten gebied een hoger aantal steltlopers kan herbergen dan een reeks kleinere gebieden met een gelijke totale oppervlakte. Dit dient echter met enige omzichtigheid te worden geïnterpreteerd: het 95% betrouwbaarheidsinterval voor de factor waarmee het aantal vogels toeneemt met een verdubbeling van de oppervlakte ligt tussen 1.6 en 3.3 (i.e. foutenmarge op parameter  $\beta_1$ ; Tabel 2).

Niet alleen de beschikbare oppervlakte aan laagdynamisch litoraal is belangrijk voor steltlopers, maar ook de spreiding in droogvalduren binnen de laagdynamische zone. Een grote spreiding in droogvalduren garandeert immers voldoende tijd om te foerageren langsheen de op en afgaande waterlijn, waar de bodem vrij ligt (boven water) maar nog voldoende verzadigd is aan water om optimaal te foerageren. In tegenstelling tot de oppervlakte is deze vereiste van voldoende spreiding in droogvalduur in de laagdynamische zones wel afhankelijk van de grootte van de soorten. De analyse bevestigt dat vooral kleine soorten steltlopers gevoelig zijn voor voldoende spreiding in droogvalduur (significante interactie tussen spreiding in droogvalduur  $SP_L$  en gewicht; Tabel 1). Voor soorten onder de 0.5 kg is er een duidelijk positieve relatie tussen de spreiding in droogvalduur en het aantal individuen (Figuur 3B). Grote soorten zijn enkel afhankelijk van de beschikbare oppervlakte laagdynamisch litoraal.

Op basis van de statistische analyse kan een model opgesteld worden waarmee voorspellingen kunnen worden gedaan over de draagkracht van de gemonitorde slikken en platen in functie van de belangrijkste habitatkarakteristieken voor overwinterende steltlopers: oppervlakte aan laagdynamisch areaal en spreiding van de droogvalduur. Dit model kan als volgt beschreven worden:

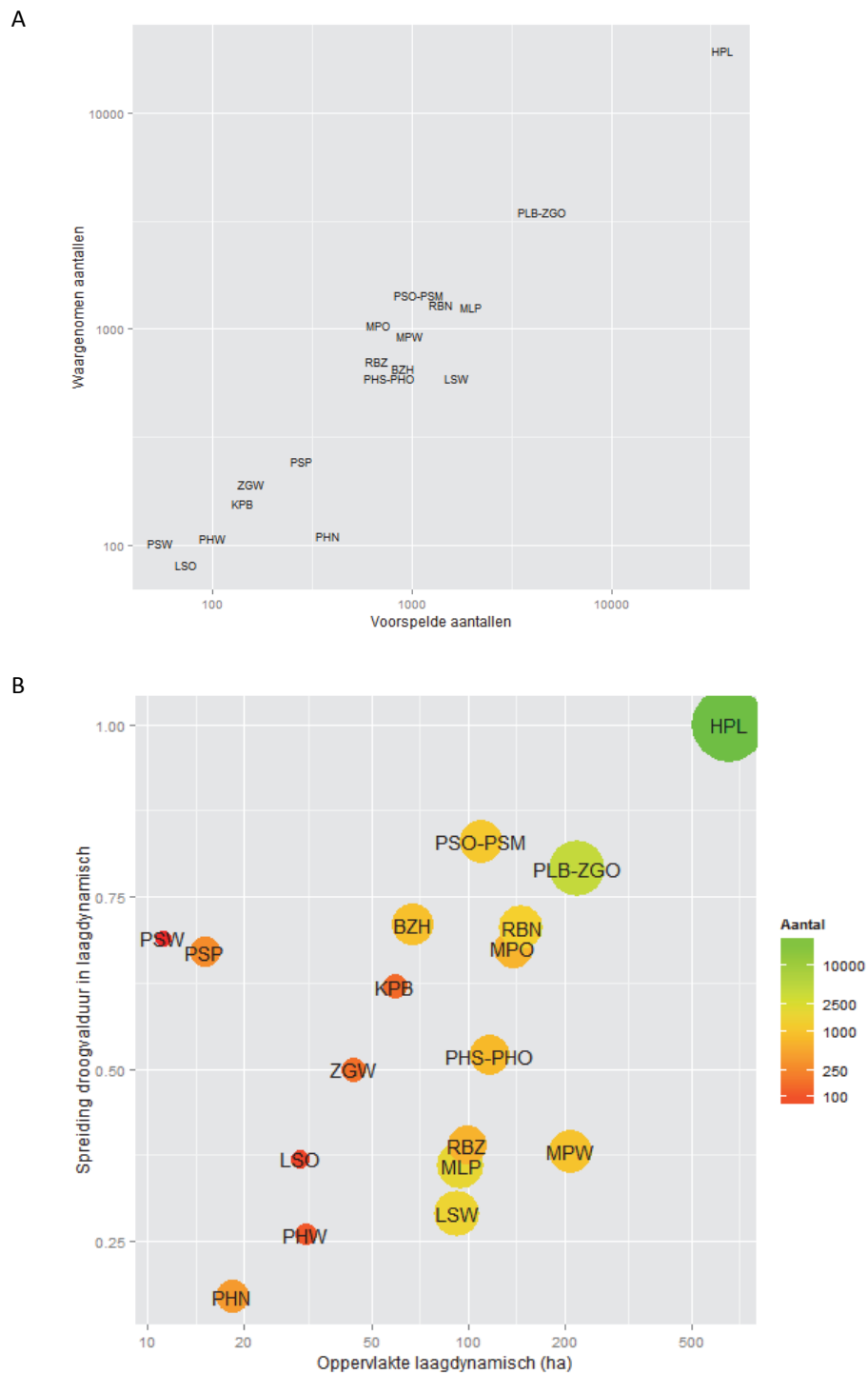
$$\log \hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \log_{10} Opp_L + \beta_2 \cdot SP_L + \beta_3 \cdot Gewicht + \beta_4 \cdot SP_L \cdot Gewicht + \gamma_1 \cdot Soort + \gamma_2 \cdot Gebied$$

Merk op dat de coëfficiënten geassocieerd met soort ( $\gamma_1$ ) en telgebied ( $\gamma_2$ ) hier ook in rekening worden gebracht, zodat er specifieke voorspellingen voor de gemonitorde soorten en gemonitorde slikken en platen kunnen worden gemaakt. Er kunnen (nog) geen voorspellingen gemaakt worden voor Kanoet en Kluut, aangezien er voor deze soorten te weinig positieve tellingen ( $> 0$ ) waren en deze daarom uit de analyse zijn verwijderd. De waarden voor elke coëfficiënt zijn weergegeven in tabel 2.

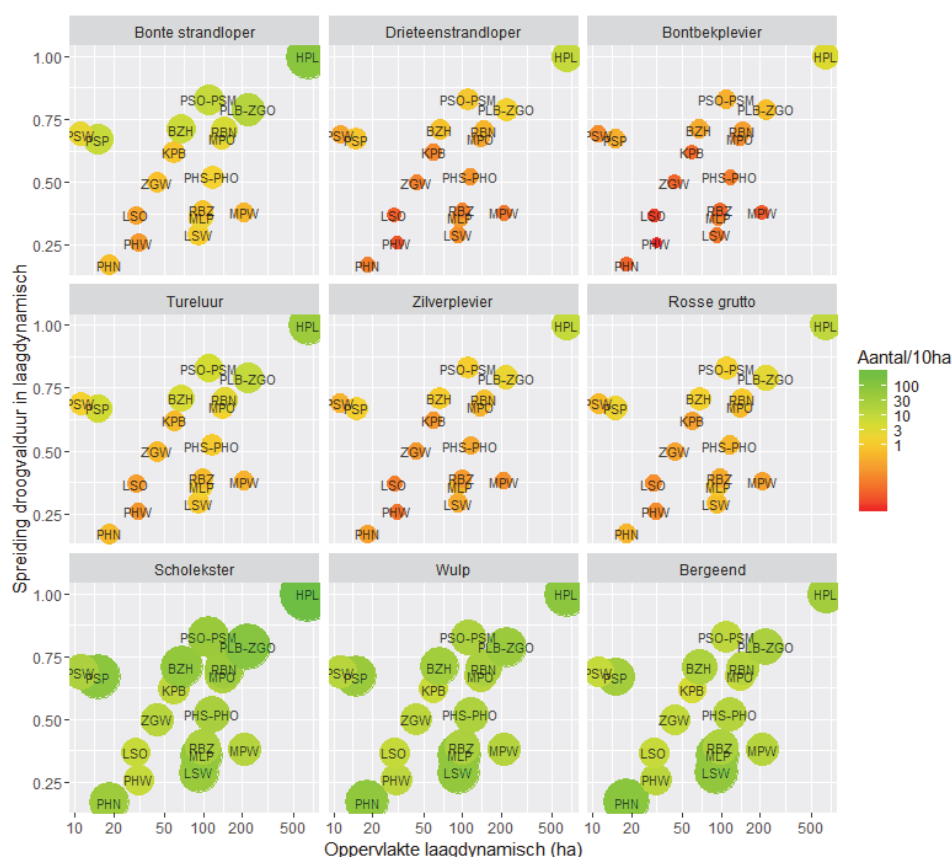
De voorspellingen op basis van deze vergelijking per soort en voor elk van de gemonitorde slikken of platen is weergegeven in de tabel in Bijlage 5. Deze bijlage geeft ook de voorspelde densiteiten per soort en per gebied (aantallen per 10ha). De voorspellingen voor de totale aantallen (som over alle soorten) zijn ook weergegeven in Figuur 7. Figuur 7A toont dat de voorspelde totale aantallen per telgebied goed overeenkomen met de waargenomen totale aantallen. Figuur 7B geeft voor elke gemonitorde slik of plaat de voorspelde aantallen in functie van de oppervlakte aan laagdynamisch areaal (x-as) en de spreiding van de droogvalduur (y-as). De kleurcode geeft op een intuïtieve manier de habitatgeschiktheid weer. Hoe roder de kleur van de cirkels in de figuur hoe lager de aantallen en hoe groener de kleur, hoe hoger de aantallen. Op deze figuur is te zien dat gebieden met weinig laagdynamisch intertidaal en weinig spreiding in droogvalduren in het intertidaal (linksonder) lage aantallen steltlopers herbergen (totaal over alle soorten), terwijl gebieden met veel laagdynamisch intertidaal en een grote spreiding in droogvalduren (rechtsboven) een hoog aantal steltlopers kunnen herbergen. In Figuur 8 wordt op gelijkaardige wijze de voorspelde densiteit (aantallen per 10 ha) per soort en per gebied weergegeven. Deze figuur geeft opnieuw aan dat de bepalende factor voor de densiteit van kleine soorten de spreiding is in droogvalduur laagdynamisch (y-as).

Tabel 2: waarden voor de coëfficiënten  $\beta$  en  $\gamma$  uit het statistische model

Effect	$\beta$ (Std.Err.)	Soort	$\gamma_1$	Gebied	$\gamma_2$
Intercept ( $\beta_0$ )	-7.89 (1.38)	Bergeend	-1.02	HPL	2.11
$\log_{10}(\text{Opp}_i)$ ( $\beta_1$ )	2.81 (0.62)	Bontbekplevier	-1.58	MPW	0.49
$\text{SP}_L$ ( $\beta_2$ )	6.15 (1.41)	Bonte strandloper	1.66	MPO	0.46
Gewicht ( $\beta_3$ )	9.42 (1.77)	Drieteenstrandloper	-0.66	RBN	0.87
$\text{SP}_L * \text{Gewicht}$ ( $\beta_4$ )	-7.67 (1.86)	Rosse grutto	-1.01	RBZ	0.84
		Scholekster	1.91	PHS- PHO	0.75
		Tureluur	0.84	PHW	0.52
		Wulp	0.24	PHN	3.74
		Zilverplevier	-0.94	KPB	0.29
				BZH	1.45
				MLP	2.64
				PLB- ZGO	1.52
				ZGW	0.50
				LSW	2.34
				LSO	0.40
				PSO- PSM	0.80
				PSW	0.80
				PSP	2.91



Figuur 7: A) vergelijking tussen de verwachte totale aantallen per gebied (som over soorten; x-as) en de waargenomen totale aantallen per gebied (y-as; gemiddelde over maanden); B) verwachte totale aantallen per gebied (som over soorten) in functie van de oppervlakte laagdynamisch litoraal ( $Opp_L$ ) en van de spreiding in droogvalduur ( $SP_L$ ) voor elk gemonitord telgebied (zie Bijlage 1 voor de link tussen de gebiedscodes en de namen en eigenschappen van de gebieden).



Figuur 8: verwachte densiteit (aantal per 10 ha) per soort en per gebied in functie van de oppervlakte laagdynamisch litoraal ( $Opp_L$ ) en van de spreiding in droogvalduur ( $SP_L$ ) voor elk gemonitord telgebied (zie Bijlage 1 voor de link tussen de gebiedscodes en de namen en eigenschappen van de gebieden).

Wanneer er in de voorspellingen voor de draagkracht geen rekening gehouden wordt met de specificiteit van de gemonitorde slikken en platen (de term  $\gamma_2 \cdot Telgebied$ ), kunnen deze voorspellingen verder veralgemeend worden naar arbitraire slikken en platen. De formule voor het model wordt dan:

$$\log \hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \log_{10} Opp_L + \beta_2 \cdot SP_L + \beta_3 \cdot Gewicht + \beta_4 \cdot SP_L \cdot Gewicht + \gamma_1 \cdot Soort$$

Er worden nog steeds specifieke voorspellingen gemaakt voor de gemonitorde soorten ( $\gamma_1$ ), maar niet meer specifiek voor de gemonitorde gebieden.

In Figuur 9 worden op basis van deze vergelijking de verwachte gemiddelde aantallen per soort ( $\hat{Y}$ ) uitgezet in functie van de oppervlakte laagdynamisch litoraal (x-as) en van de spreiding in droogvalduur (y-as). Net als voor Figuur 7B geeft de kleurcode de habitatgeschiktheid (draagkracht) weer voor elke combinatie van deze variabelen. Hieruit blijkt dat de meest gevoelige soorten de Bontbekplevier en de Drieteenstrandloper zijn. Figuur 10 geeft per soort voor elke combinatie van oppervlakte laagdynamisch en spreiding in droogvalduur de verwachting weer dat er één of meer individuen aanwezig zijn (verwachte aantallen  $\geq 1$ ). Om verwachte totale aantallen van één of meer individuen te bekomen (Figuur 10A), hebben Bontbekplevier en de Drieteenstrandloper voor een oppervlakte aan laagdynamisch litoraal van bijvoorbeeld 100 ha, een spreiding in droogvalduur nodig van 0.5-0.6. Andere soorten hebben voor deze oppervlakte genoeg aan een spreiding van 0.3 of lager. Indien men de aantallen per 10 ha bekijkt (Figuur 10B), hebben Bontbekplevier en de Drieteenstrandloper voor een

oppervlakte aan laagdynamisch litoraal van 100 ha, een spreiding in droogvalduur nodig van 0.9-1.0 nodig om één of meer individuen per 10 ha te bekomen.

Figuur 10 geeft ook de foutenmarge weer op de verwachte aanwezigheid (90% betrouwbaarheidsinterval). Hieruit blijkt dat de foutenmarges op de voorspellingen nog vrij groot zijn (wat ook is te zien in Figuur 3). Deze onzekerheid is gedeeltelijk inherent aan het gedrag van de steltlopers. Vooral de kleinere soorten uit deze studie foerageren veelal in grotere groepen (in verband met hun veiligheid). Zo'n groep kan dan de ene dag in gebied A en de volgende dag in gebied B zitten. Dat betekent dat je deze soorten soms helemaal niet telt en soms wel, maar dan met een groot aantal. Deze spreiding in de aantallen per individuele telling (vaak heel weinig en soms veel) wordt uitgedrukt in de dispersie coëfficiënt uit de statistische analyse. Deze coëfficiënt is een extra parameter die geschat wordt wanneer er wordt uitgegaan van een negatief binomiale respons distributie. Een kleine waarde voor de dispersie coëfficiënt geeft aan dat er een grote spreiding zit in de waargenomen aantallen terwijl een grote waarde aangeeft dat er minder spreiding zit in de waargenomen aantallen. Voor de huidige analyse is de dispersie coëfficiënt 0.27, wat klein is. Dit betekent effectief dat er voor een gegeven gemiddelde (over replicate tellingen) heel vaak geen enkele vogel zal worden waargenomen en af en toe een groot aantal vogels. Hierdoor is het moeilijker om goede voorspellingen te doen omtrent de verwachte gemiddelde waarde. Ook met het verhogen van het aantal replicate tellingen zal een deel van deze onzekerheid blijven bestaan.

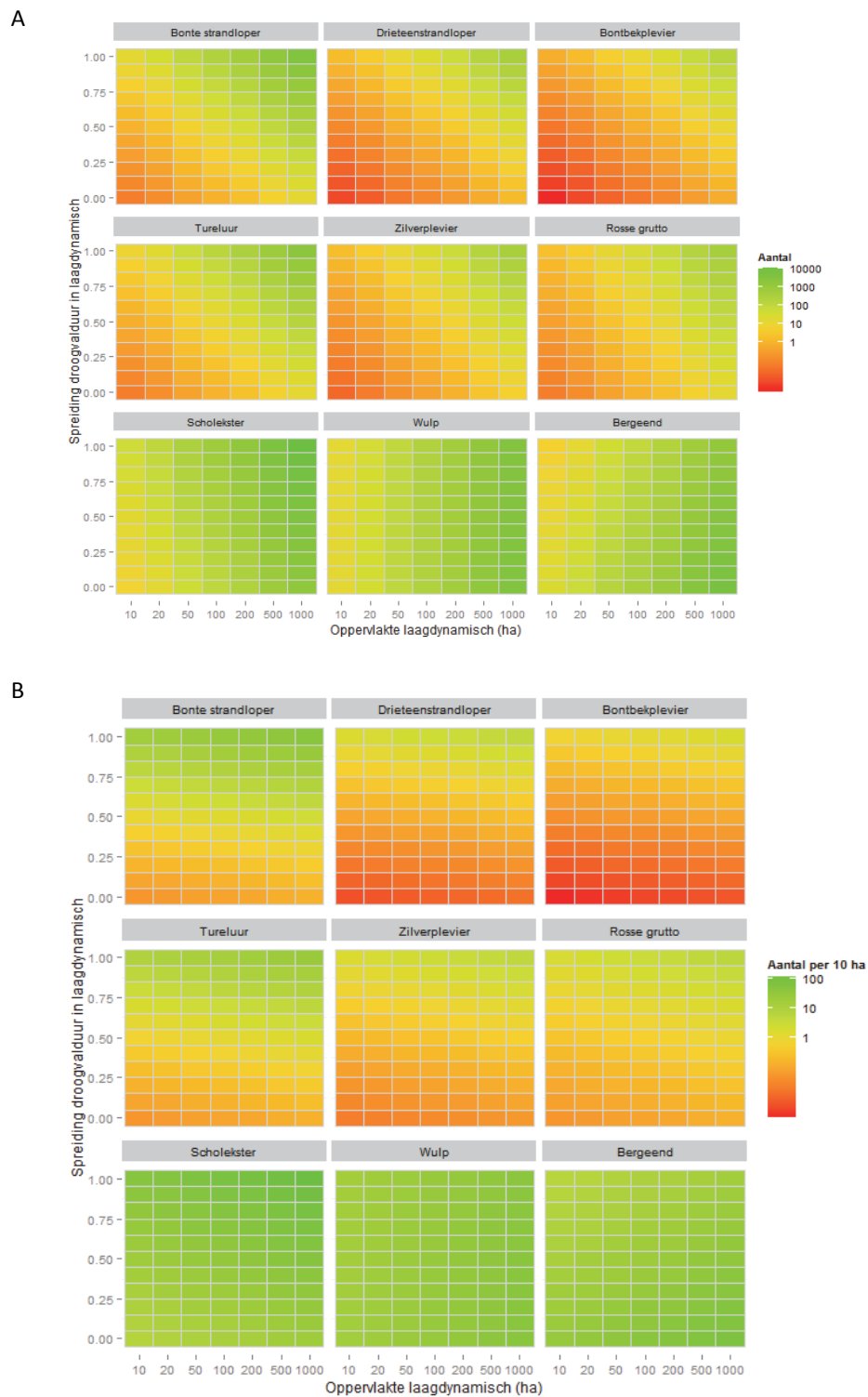
Naast de inherente onzekerheid op de voorspellingen is het echter een gegeven dat de dataset relatief klein is. Figuren 5 en 6 toonden reeds aan dat met een verhoging van het aantal replicate tellingen per telgebied en vooral met een vergroting van het studiegebied (meer telgebieden) nog een gevoelige verbetering in de betrouwbaarheid van de voorspellingen kan worden bereikt. Voor 30 telgebieden en 10 tellingen per gebied kan de onder- en bovengrens van het betrouwbaarheidsinterval met bijna een factor 10 verbeteren. Ter illustratie worden in Figuur 11 de foutenmarges op de verwachting van aanwezigheid van soorten (cf. Figuur 10) vergeleken tussen een dataset met 20 gebieden en 2 tellingen per gebied en een dataset met 30 gebieden en 10 tellingen per gebied (meer uitgebreide figuren zijn terug te vinden in Bijlage 6).

Om tot 10 tellingen per gebied te komen kan er een paar jaar na elkaar gemonitord worden, waarna de analyse opnieuw kan worden gedaan op deze nieuwe dataset. In de huidige dataset werd enkel gewerkt met tellingen in september en oktober, indien deze strategie wordt aangehouden over de jaren zal er dus een 5-tal jaar moeten gemonitord worden. Indien er ook in andere wintermaanden wordt geteld (september-maart) kan het aantal benodigde jaren gereduceerd worden. Hierbij wordt er wel van uitgegaan dat elk van de maanden in de periode september-maart representatief is voor het aantal steltlopers in de beoogde studie. Indien er nog jaarlijkse trends optreden over de wintermaanden, zal hier bovendien ook rekening moeten mee gehouden worden in de analyse. Het vergroten van het studiegebied om de betrouwbaarheid van de voorspellingen te verhogen is waarschijnlijk minder evident dan het verhogen van het aantal tellingen per gebied. In eerste instantie kan bekeken worden of er slikken of platen in de ruimtelijke context van de studie van Bouwmeester (2014) niet geteld werden en deze toevoegen aan de monitoring. In tweede instantie kan de huidige studie eventueel uitgebreid worden naar het oostelijk deel van de Westerschelde. Tenslotte dient er opgemerkt te worden dat deze suggesties binnen de juiste context dienen geïnterpreteerd te worden. De poweranalyses maken een ruimtelijke en temporele extrapolatie van de bestaande dataset, uitgaande van de assumptie dat de variatie in eigenschappen tussen gebieden en de variatie tussen maanden een adequate weergave is van de te verwachten variatie.

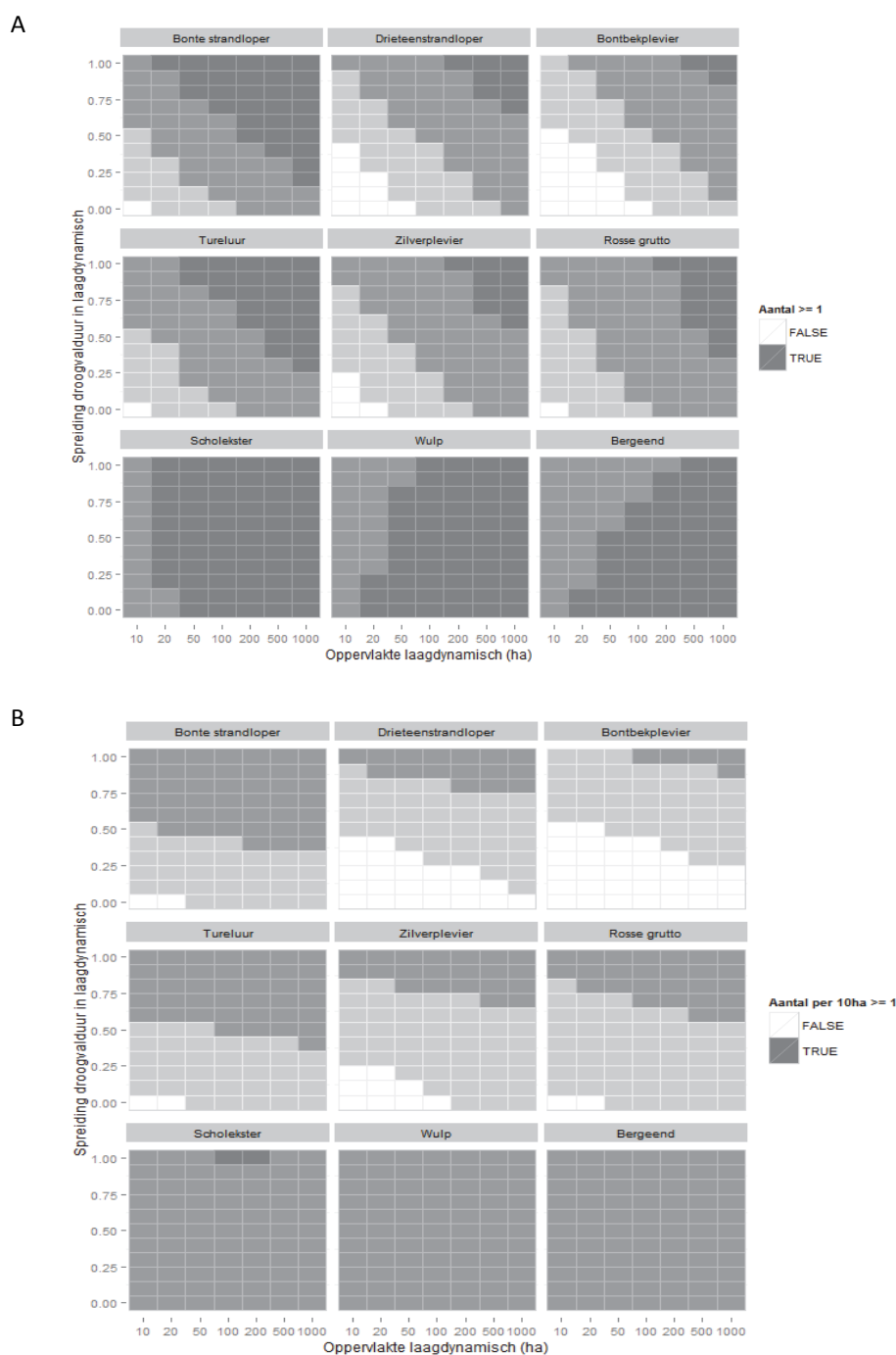
Het is duidelijk dat op basis van de soortspecifieke draagkrachtmodellen een vingeroefening naar de benodigde habitatarealen en karakteristieken met de nodige voorzichtigheid moet gebeuren. Zo is het belangrijk te beseffen dat de IHD Westerschelde doelstellingen betrekking hebben op de volledige



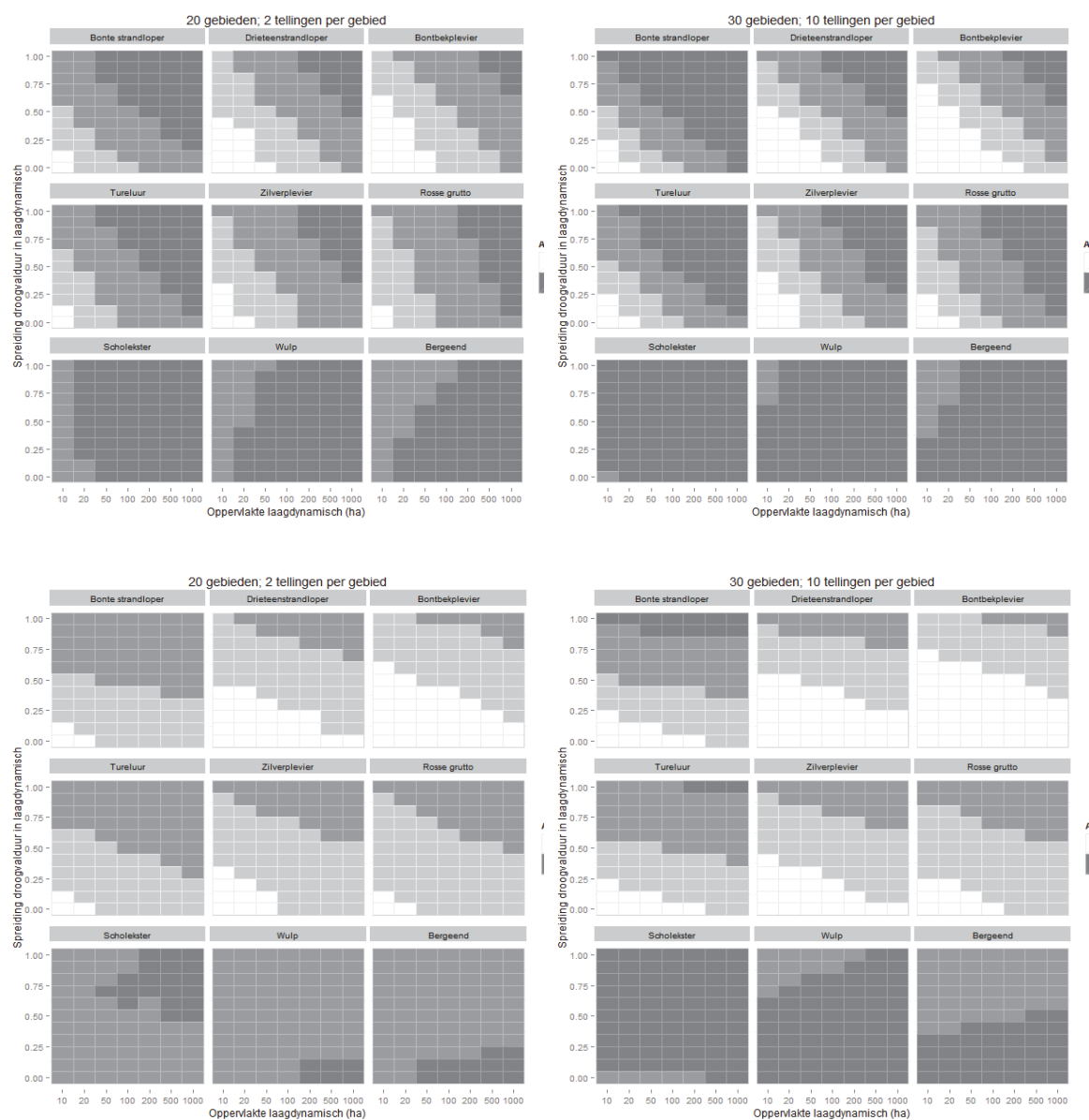
Westerschelde en dus ruimer zijn dan het modelgebied van de voorliggende modellen. Bovendien zijn de geformuleerde IHD doelstellingen seizoensgemiddelde aantallen waarbij een seizoen loopt over een volledig jaar, van juli tot juni van het daaropvolgende kalenderjaar. De resultaten van het model zijn toepasbaar voor de periode september – oktober, en bij uitbreiding de wintermaanden (tenzij voor de soort deze periode representatief is voor de seizoensgemiddelde aantallen en dat de relatie met het laagdynamisch areaal en droogvalduur geldig is over het volledige jaar).



Figuur 9: verwachte gemiddelde aantallen per soort uitgezet in functie van de oppervlakte laagdynamisch litoraal ( $Opp_L$ ) en van de spreiding in droogvalduur ( $SP_d$ ). De soorten zijn geordend (linksboven naar rechtsonder) in functie van toenemend gewicht. A) Totaal aantal; B) Aantal per 10 ha.



Figuur 10: verwachte aanwezigheid (aantallen  $\geq 1$ ) per soort in functie van de oppervlakte laagdynamisch litoraal ( $Opp_L$ ) en de spreiding in droogvalduur ( $SP_L$ ). Wit: soort is afwezig; grijs: soort is aanwezig. De schakering in grijswaarden geeft de betrouwbaarheidsintervallen weer op de predictie: donkergrijs: optimistische verwachting op basis van de ondergrens van de 90% betrouwbaarheidsintervallen rond de verwachte aantallen; midden grijs: verwachting op basis van de gemiddelde verwachte aantallen; lichtgrijs: conservatieve verwachting op basis van de bovengrens van de 90% betrouwbaarheidsintervallen rond de verwachte aantallen. De soorten zijn geordend (linksboven naar rechtsonder) in functie van toenemend gewicht. A) Totaal aantal; B) Densiteit (aantal per 10 ha).



Figuur 11: vergelijking van de resultaten uit de poweranalyse voor verschillend aantal telgebieden en tellingen per gebied: verwachte aanwezigheid (aantallen  $\geq 1$ ) per soort en in functie van de oppervlakte laagdynamisch litoraal ( $Opp_L$ ) en de spreiding in droogvalduur ( $SP_i$ ). Wit: soort is afwezig; grijs: soort is aanwezig. De schakering in grijswaarden geeft de betrouwbaarheidsintervallen weer op de predictie: donkergrijs: verwachting op basis van de ondergrens van de 90% betrouwbaarheidsintervallen rond de verwachte aantallen; midden grijs: verwachting op basis van de gemiddelde verwachte aantallen; lichtgrijs: verwachting op basis van de bovengrens van de 90% betrouwbaarheidsintervallen rond de verwachte aantallen. De soorten zijn geordend (linksboven naar rechtsonder) in functie van toenemend gewicht. Boven: resultaten voor totaal aantal per telgebied; Onder: resultaten voor densiteit (aantal per 10 ha).

## 6 Conclusie

- *Welke fysische eigenschappen van slikken en platen met betrekking tot de grootte en kwaliteit van het laagdynamische areaal zijn bepalend voor de draagkracht van steltlopers binnen deze gebieden?*

De statistische analyse toont aan dat het aantal foeragerende steltlopers toeneemt met het areaal laagdynamisch litoraal en met een toenemende spreiding in droogvalduren binnen de laagdynamische zone.

- *Is het belang van deze habitat eigenschappen afhankelijk van de grootte van de foeragerende steltlopers?*

Het belang van oppervlakte laagdynamisch litoraal is onafhankelijk van de grootte van de foeragerende steltlopers. In tegenstelling tot de oppervlakte is de nood aan voldoende spreiding in droogvalduren in de laagdynamische zones wel afhankelijk van de grootte van de soorten. De analyse bevestigt dat vooral kleine soorten steltlopers (< 0.5 kg) gevoelig zijn voor de spreiding in droogvalduren. Vooral de aanwezigheid van Drieteenstrandloper en Bontbekplevier blijkt kritisch bepaald te worden door de beschikbare oppervlakte aan laagdynamisch litoraal en spreiding in droogvalduren in het studiegebied.

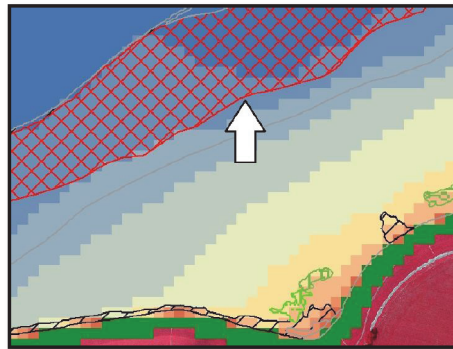
- *Welke inspanning is nodig bij het verzamelen van de gegevens (vb. aantal gebieden, aantal tellingen per gebied) om betrouwbare uitspraken te doen in verband met de draagkracht in functie van bepalende habitat eigenschappen?*

De uitgevoerde poweranalyse suggereert dat de onzekerheid met een factor 10 verlaagd kan worden door de campagne uit te breiden naar 30 telgebieden en 5-10 tellingen per gebied. De onzekerheid op de voorspellingen zal echter steeds relatief groot zijn omwille van de inherente ecologie van de soorten.

## 7 Verder onderzoek

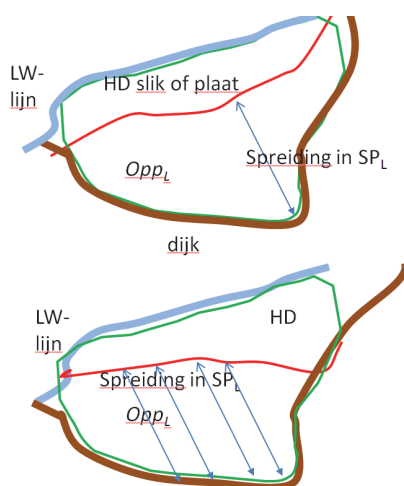
### 7.1 Percentage droogvalduur laagdynamisch

Als basisgegevens voor deze statische analyse werd de maximale spreiding in het % droogvalduur laagdynamisch ( $SP_L$ ) per gebiedspolygoon “handmatig” bepaald door voor elk gebied het maximale droogvalduurpercentage laagdynamisch te prikken op een overlay van de dynamieclassificatiekaart en de droogvalduurkaart (Bouwmeester, 2014) (zie Figuur 12).



Figuur 12: illustratie uit Bouwmeester 2014 hoe voor een gebied de breedte van het laagdynamisch wordt geprikt (hoogdynamisch = rood gearceerd).

Deze bepaling van de breedte in droogvalduur laagdynamisch houdt geen rekening met de vorm van de laagdynamisch zone of de bovengrens van het laagdynamisch. Volgens deze maat kan het voorkomen dat er slechts op een kleiner deel van een gebied een optimale spreiding in droogvalduurpercentages is. Dit wordt geïllustreerd in Figuur 13. Twee gebieden met eenzelfde  $SP_L$  en eenzelfde  $Opp_L$  maar met een verschillende ligging van de hoogdynamische grens: voor eenzelfde  $SP_L$  is er in het onderste gebied een grotere zone beschikbaar met deze maximale spreiding om te foerageren (geduid met meerdere pijlen van maximale spreiding in onderste schets; in bovenste gebied is er slechts een smalle zone (1 pijl) waar optimaal kan gevoerageerd worden.



Figuur 13: voorbeeld van gebieden met eenzelfde oppervlakte aan laagdynamisch areaal maar met een verschillend voorkomen van de maximale spreiding in droogvalduur (blauwe pijlen).

Een mogelijke verdere onderzoekspiste is het bepalen van een maat voor de spreiding in droogvalduurpercentages die niet alleen rekening houdt met de range maar ook met de gelijkmatigheid in het voorkomen van deze range. Om een dergelijke maat te berekenen kan in een gebied per droogvalduurklasse de proportie  $p_D$  van pixeloppervlakte laagdynamisch areaal met een gegeven droogvalduur berekend worden. Op basis van deze proportie  $p_D$  kan een index ( $DD_L$  = Diversiteit Droogvalduur Laagdynamisch) berekend worden, gebaseerd op de Simpson-index:

$$DD_L = \frac{1}{\sum p_D^2}$$

$p_D$  is hierbij de proportie van elke droogvalduurklasse in het laagdynamisch intertidaal. Deze diversiteitsindex is een maat voor de beschikbare foerageertijd van steltlopers in de laagdynamische intertidale zone van een gebied. De maximale waarde van de index  $DD_L$  is gelijk aan de maximale spreiding in droogvalduur  $SP_L$ . Dit is het geval indien alle droogvalduurklassen een gelijke proportie hebben in het gebied. Hoe meer een beperkte set aan droogvalduurklassen het gebied domineert, hoe meer de index afneemt (tot minimum waarde 1). Toegepast op de gebieden in Figuur 13 komt dit er op neer dat in het onderste voorbeeld de waarde van  $DD_L$  groter zal zijn dan in het bovenste voorbeeld. Een grote waarde voor  $DD_L$  betekent dus dat een groot deel van het laagdynamisch gebied een grote spreiding aan droogvalduur vertoont en er dus gedurende een groot deel van de getijcyclus optimaal kan gevoerageerd worden. Een kleine waarde voor  $DD_L$  betekent dat in een groot deel van het gebied de range in droogvalduren beperkt is en er slechts gedurende een korte periode van de getijcyclus optimaal kan gevoerageerd worden. Merk op dat deze index deels rekening houdt met de morfologie van een slik of plaat. Een gelijkmatige gradiënt (helling) zal resulteren in een grotere waarde van  $DD_L$  dan een gebied met een convexe of concave gradiënt. De bruikbaarheid van deze index als proxy voor het relatief subjectieve prikken van het maximaal droogvalduurpercentage laagdynamisch moet nog onderzocht worden. Hiertoe zou de GIS oefening moeten uitgevoerd worden om per gebied de  $DD_L$  te berekenen. Op basis van deze input moeten de modelassumpties gecontroleerd en de scripts herhaald worden.

Een andere onderzoekspiste is het ontwikkelen van een geautomatiseerd GIS-protocol om de breedtes van het laagdynamisch slik/plaat areaal te bepalen langsheen meerdere raaien. Voor een dergelijke gegevensset kan onderzocht worden welke breedtemaat per gebied ecologisch het sterkste signaal geeft (max, 90%percentiel, gemiddelde, mediaan...) (en een beperkte correlatie heeft met de oppervlakte laagdynamisch areaal). Deze piste lijkt moeilijker omwille van moeilijkheden bij het vastleggen van de oriëntatie van de meetraaien.



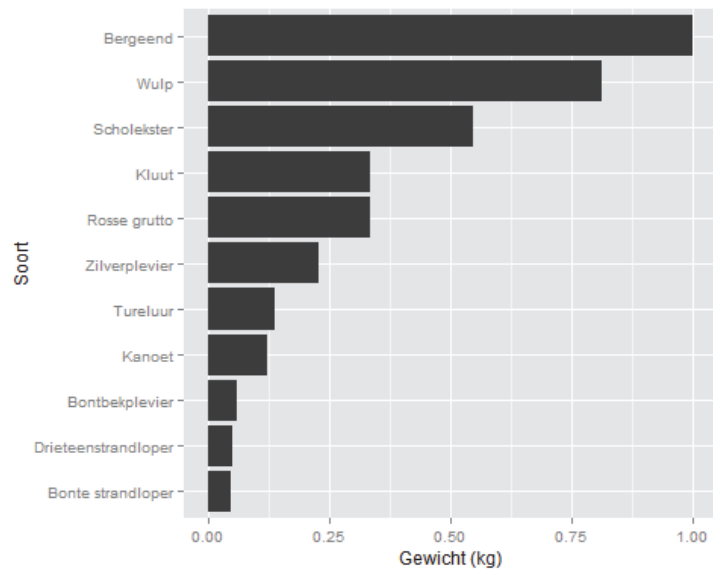
## Referenties

- Alkyon. (2006). *Plaatmorfologie Westerschelde; Veranderingen in de plaatmorfologie van de Westerschelde en de gevolgen voor het steltloperhabitat*. Alkyon.
- Bouwmeester R. 2014. *Het gebruik van intergetijdengebieden door steltlopers in de Westerschelde; De relatie tussen bodemdynamica en het gebruik van intergetijdengebieden door steltlopers*. Rijkswaterstaat Zee en Delta / Delta Milieu.
- Bouwmeester R. 2015. *Het gebruik van intergetijdengebieden in de Oosterschelde door steltlopers*. HZ University of Applied Science, Vlissingen.
- Cleveringa J. 2015. *Droogvalranges in de ecotopenkaarten van de Westerschelde. Ontwikkelingen, trends en ecologische betekenis*. Arcadis. Projectnummer: C003041.001987. Versie oktober 2015. Lanckriet T., de Winter J., Santermans J., Gruwez V., van den Eeden, S. Pandelaers, C. & Depreiter D. (2014). *Voortgangsrapport monitoringsprogramma flexibel storten*. Antwerpen: International Marine & Dredging Consultants.
- Schellekens T., Ens B., & Ysebaert T. (2013). *Energiehuishouding van steltlopers en de effecten van verandering in foerageer-oppervlak op populaties*. Yerseke: Imares.
- Strucker R.C.W., Arts F.A., Lilipaly S. (2012). *Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2010/2011*. RWS Waterdienst BM 12.07.
- Zwarts L., Blomert A.-M., Bos D., & Sikkema M. (2011). *Exploitation of intertidal flats in the Oosterschelde by estuarine birds*. Middelburg: Rijkswaterstaat.

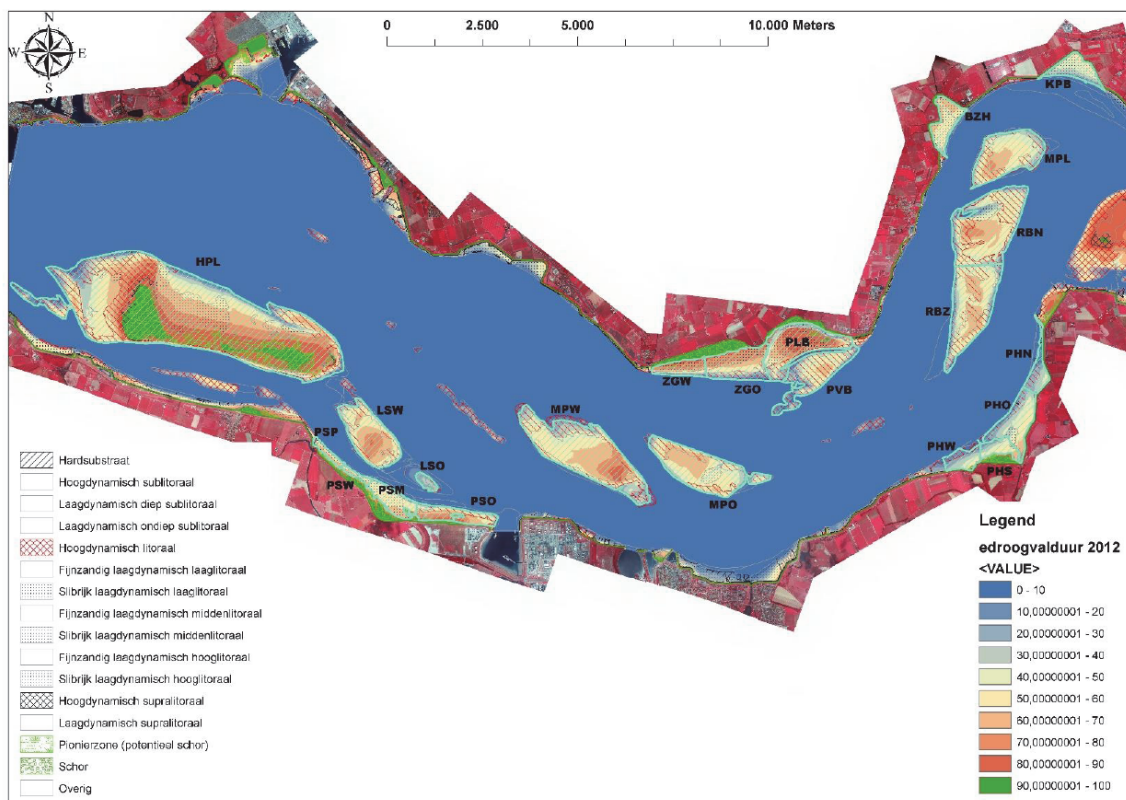
## Bijlage 1

Tabel 3: basisgegevens met betrekking tot de telgebieden

Telgebied	Code	Geografisch gebied	Slik of plaat	Telmethode	Max DVD	Bovengrens HD	Spreiding LD	Oppervlakte LD
Hooge Platen	HPL	Hooge Platen	Plaat	HVP	1.00	0.00	1.00	652
Middelplaten west	MPW	Middelplaten	Plaat	Boot	0.83	0.45	0.38	209
Middelplaten oost	MPO	Middelplaten	Plaat	Boot	0.69	0.00	0.69	139
Rug van Baarland noord	RBN	Rug van Baarland	Plaat	Boot	0.74	0.05	0.69	147
Rug van Baarland zuid	RBZ	Rug van Baarland	Plaat	Boot	0.69	0.30	0.39	99
Platen van Hulst schor & Platen van Hulst oost	PHS & PHO	Platen van Hulst	Slik-Slik	Auto-Auto	0.67	0.15	0.52	117
Platen van Hulst west	PHW	Platen van Hulst	Slik	Auto	0.56	0.30	0.26	31
Platen van Hulst noord	PHN	Platen van Hulst	Slik	Auto	0.47	0.30	0.17	18
Kapellebank	KPB	Kapellebank	Slik	Auto	0.62	0.00	0.62	59
Biezelingsche Ham	BZH	Biezelingse Ham	Slik	Auto	0.71	0.00	0.71	67
Molenplaat	MLP	Molenplaat	Plaat	Boot	0.71	0.35	0.36	95
Plaat van Baarland & Zuidgors oost	PLB & ZGO	Baarland & Zuidgors	Plaat-Slik	Auto-Auto	0.89	0.10	0.79	220
Zuidgors west	ZGW	Baarland & Zuidgors	Slik	Auto	0.80	0.30	0.50	44
Plaat voor Baarland	PVB	Baarland & Zuidgors	Plaat	Auto	0.67	0.67	0.00	0.24
Lage Springer west	LSW	Paulinaschor & Lage springer	Plaat	Auto	0.79	0.50	0.29	92
Lage Springer oost	LSO	Paulinaschor & Lage springer	Plaat	Auto	0.37	0.00	0.37	30
Paulinaschor oost & Paulinaschor midden	PSO & PSM	Paulinaschor & Lage springer	Slik-Slik	Auto-Auto	0.83	0.00	0.83	110
Paulinaschor west	PSW	Paulinaschor & Lage springer	Slik	Auto	0.69	0.00	0.69	11
Paulinaschor Plaskreek	PSP	Paulinaschor & Lage springer	Slik	Auto	0.67	0.00	0.67	15

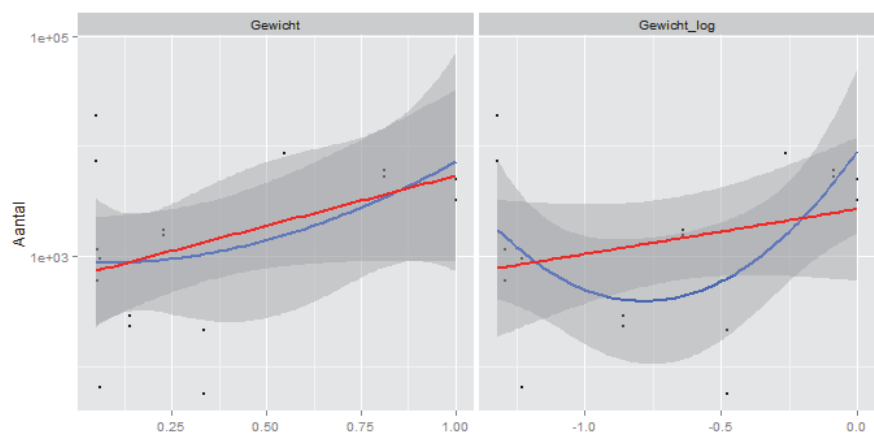


Figuur 14: gewicht per soort

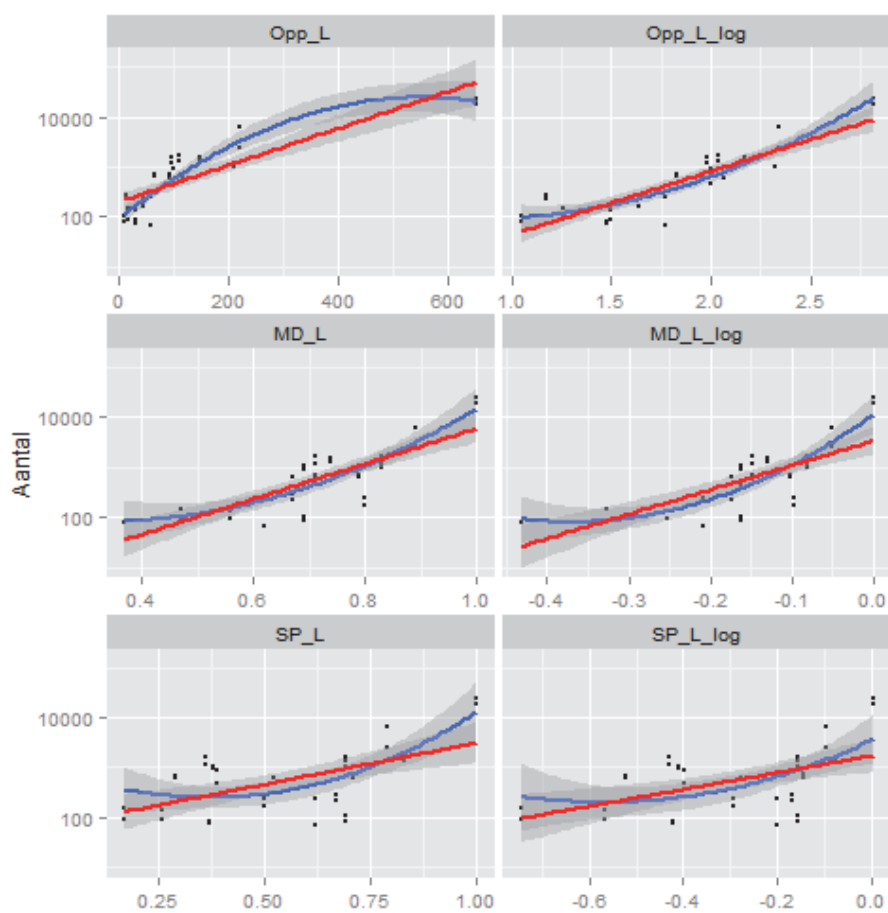


Figuur 15: Overzicht van alle verschillende telgebieden blauw omrand en daarbij de code voor elk telgebied. Toelichting code zie Tabel 1. Figuur uit Bouwmeester 2014.

## Bijlage 2



Figuur 16: verkennende plots voor de relatie tussen de aantallen per soort en het gewicht van elke soort. De rode lijn geeft de lineaire regressie, de blauwe lijn geeft de loess smoother.



Figuur 17: verkennende plots voor de relatie tussen potentiële voorspellende variabelen en de totale aantallen per telgebied. De rode lijn geeft de lineaire regressie, de blauwe lijn geeft de loess smoother.

## Bijlage 3

Tabel 4: ANOVA tabel voor de analyse zonder Hooge Platen

Effect	df	Deviance	P
<i>Opp<sub>L</sub></i>	1	10.84	<b>0.001</b>
<i>SP<sub>L</sub></i>	1	3.7	0.054
Gewicht	1	8.74	<b>0.003</b>
<i>Opp<sub>L</sub> * SP<sub>L</sub></i>	1	0.24	0.62
<i>Opp<sub>L</sub> * Gewicht</i>	1	0	1
<i>SP<sub>L</sub> * Gewicht</i>	1	6.28	<b>0.012</b>
<i>Opp<sub>L</sub> * SP<sub>L</sub> * Gewicht</i>	1	0	1

Tabel 5: ANOVA tabel voor de analyse zonder Bergeend

Effect	df	Deviance	p
<i>Opp<sub>L</sub></i>	1	11.348	<b>&lt;0.001</b>
<i>SP<sub>L</sub></i>	1	5.6	<b>0.018</b>
Gewicht	1	8.184	<b>&lt;0.001</b>
<i>Opp<sub>L</sub> * SP<sub>L</sub></i>	1	1.002	0.32
<i>Opp<sub>L</sub> * Gewicht</i>	1	1.42	0.23
<i>SP<sub>L</sub> * Gewicht</i>	1	7.484	<b>0.006</b>
<i>Opp<sub>L</sub> * SP<sub>L</sub> * Gewicht</i>	1	0.31	0.58

## Bijlage 4

Om de variatie geassocieerd met een maand effect te schatten werd een analyse gedaan op basis van de hoogwatertellingen uit de lange termijn monitoring van steltlopers in de Westerschelde (Netwerk Ecologische Monitoring, SOVON, RWS & CBS, [www.sovon.nl](http://www.sovon.nl) gerapporteerd in jaarrapporten bv. Strucker et al. 2012). Hiervoor werden de gegevens gebruikt voor de wintermaanden (oktober-maart) van 2007-2008 tot 2011-2012. Enkel de gegevens voor het westelijk en centrale deel van de Westerschelde werden in rekening gebracht omdat dit overeenstemt met de ruimtelijke schaal waarop het huidige onderzoek werd gevoerd. Er werd in deze analyse geen rekening gehouden met potentiële 'jaar' effecten en met potentiële jaarlijks weerkerende trends in de aantallen voor een specifieke maand. Elke wintermaand in de periode 2007-2011 (= 120 maanden) werd als onafhankelijk of uniek beschouwd. Deze vereenvoudiging werd gemaakt omdat deze trends ook niet kunnen worden opgenomen in de poweranalyse van de dataset met laagwatertellingen. Er werd een Generalized Linear Mixed Model (GLMM) analyse uitgevoerd met aantallen als afhankelijke variabele en zone (westelijk of centraal) als categorische predictor variabele. Soort en maand werden toegevoegd als random variabelen. Er werd gebruik gemaakt van een negatief binomiale respons distributie en een log link functie. De bijhorende regressievergelijking is als volgt:

$$\log \hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 \cdot Zone + \gamma_1 \cdot Soort + \gamma_2 \cdot Maand$$

De standaard deviatie van de variatie veroorzaakt door een maand effect berekend uit deze analyse is 0.22. Deze waarde werd gebruikt in de poweranalyses om een maand effect toe te voegen aan de tellingen in de gecreëerde datasets.

## Bijlage 5

Tabel 6: Verwacht aantal vogels per soort en per gebied. BS: Bonte strandloper; DR: Drieteenstrandloper; BB: Bontbekplevier; TU: Tureluur; ZP: Zilverplevier; RG: Rosse grutto; SE: Scholekster; WU: Wulp; BE: Bergeend.

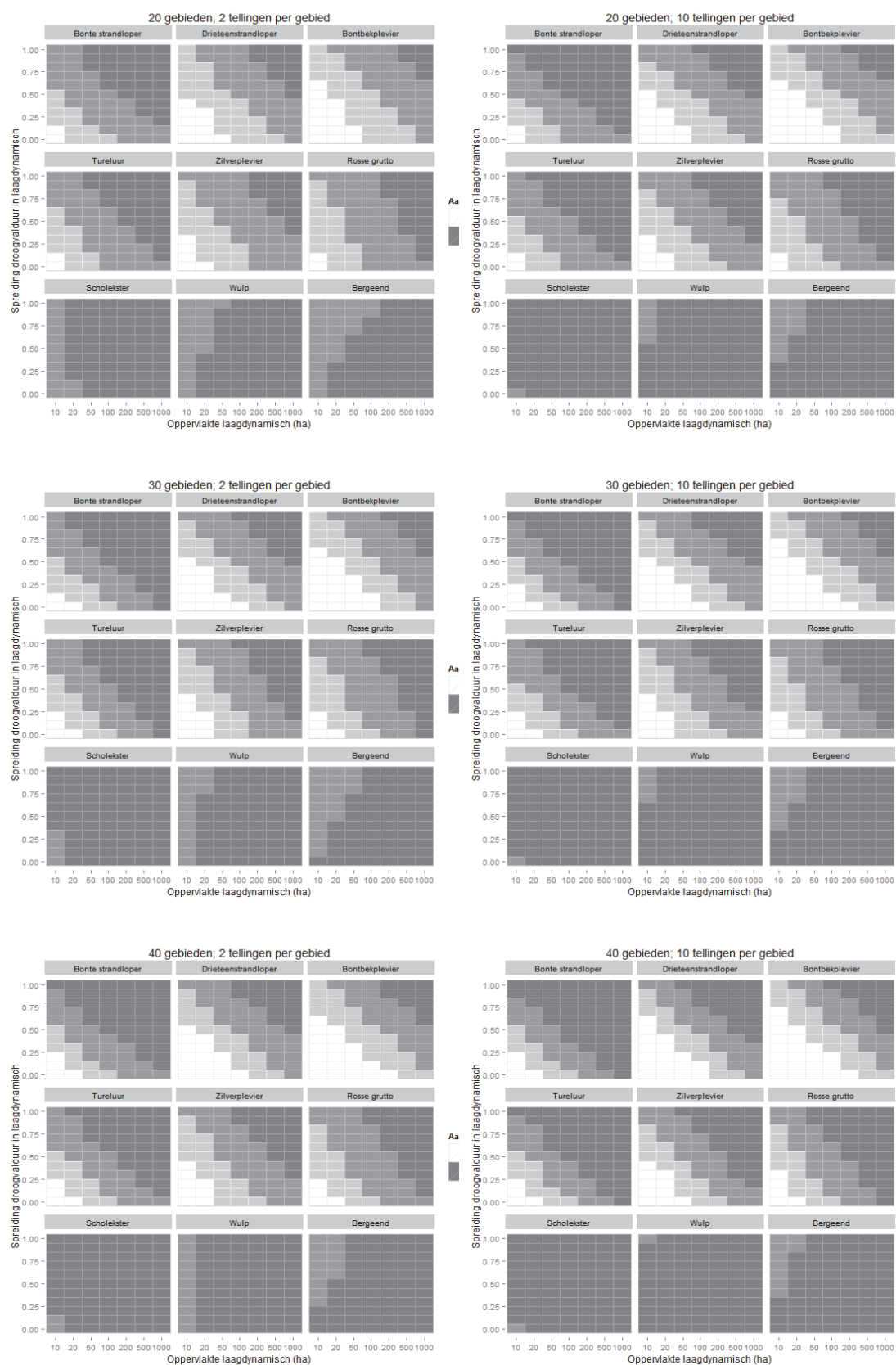
Gebied	BS	DR	BB	TU	ZP	RG	SE	WU	BE	Totaal
<b>HPL</b>	5797	572	232	2999	588	659	17791	5354	2095	<b>36087</b>
<b>MPW</b>	9	1	0	7	2	4	310	330	315	<b>978</b>
<b>MPO</b>	32	3	1	20	5	7	321	182	111	<b>682</b>
<b>RBN</b>	65	6	3	42	10	15	653	370	226	<b>1390</b>
<b>RBZ</b>	7	1	0	5	2	3	214	224	210	<b>666</b>
<b>PHS-PHO</b>	16	2	1	11	3	5	303	243	189	<b>773</b>
<b>PHW</b>	0	0	0	0	0	0	25	34	39	<b>98</b>
<b>PHN</b>	1	0	0	1	0	1	79	130	167	<b>379</b>
<b>KPB</b>	5	0	0	3	1	1	62	41	27	<b>140</b>
<b>BZH</b>	46	5	2	29	7	10	431	234	139	<b>903</b>
<b>MLP</b>	17	2	1	14	4	8	606	673	659	<b>1984</b>
<b>PLB-ZGO</b>	329	33	13	197	45	59	2254	1041	551	<b>4522</b>
<b>ZGW</b>	3	0	0	2	1	1	59	49	39	<b>154</b>
<b>LSW</b>	10	1	0	8	3	5	451	578	626	<b>1682</b>
<b>LSO</b>	1	0	0	1	0	0	23	25	24	<b>74</b>
<b>PSO-PSM</b>	94	9	4	55	12	15	553	235	118	<b>1095</b>
<b>PSW</b>	3	0	0	2	0	1	26	15	9	<b>56</b>
<b>PSP</b>	12	1	0	8	2	3	129	76	48	<b>279</b>
<b>Totaal</b>	<b>6447</b>	<b>636</b>	<b>257</b>	<b>3404</b>	<b>685</b>	<b>797</b>	<b>24290</b>	<b>9834</b>	<b>5592</b>	<b>51942</b>

Tabel 7: Verwachte densiteit aan vogels (aantal per 10ha), per soort en per gebied. BS: Bonte strandloper; DR: Drieteenstrandloper; BB: Bontbekplevier; TU: Tureluur; ZP: Zilverplevier; RG: Rosse grutto; SE: Scholekster, WU: Wulp; BE: Bergeend.

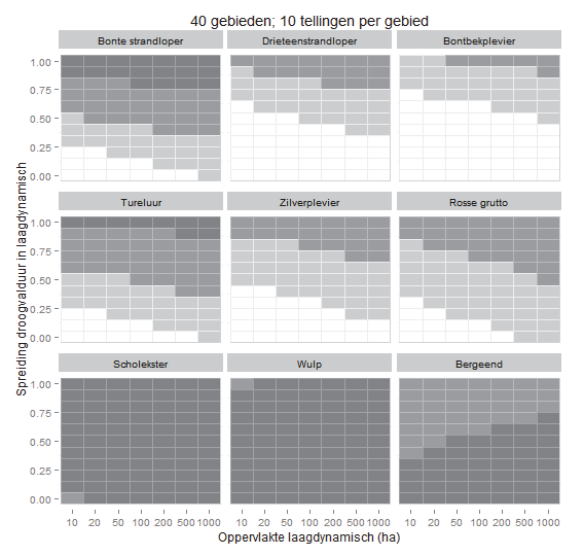
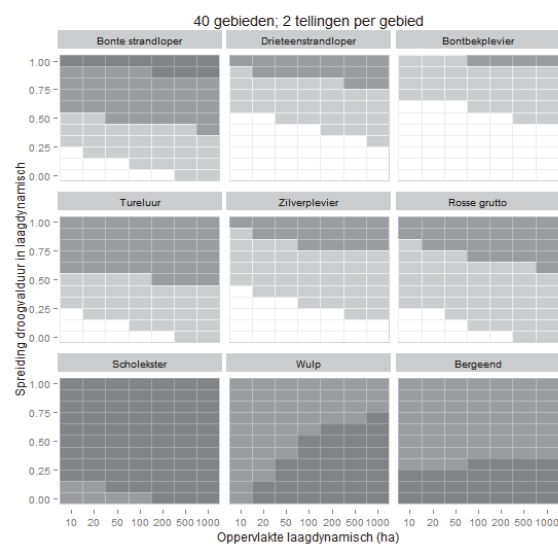
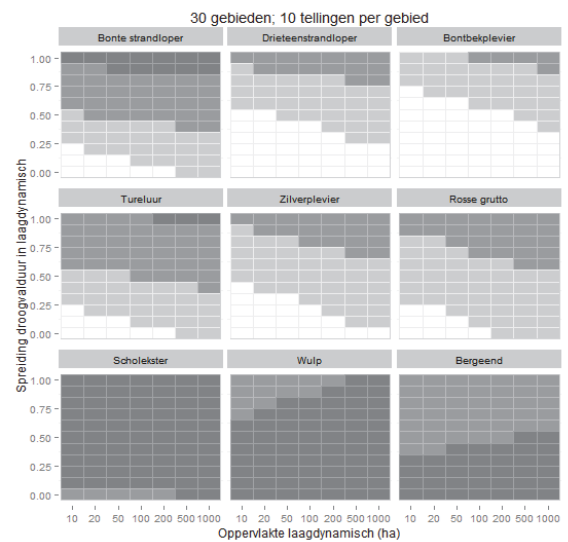
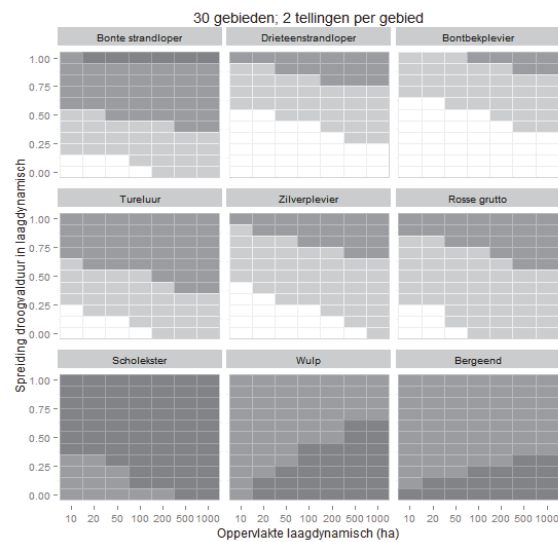
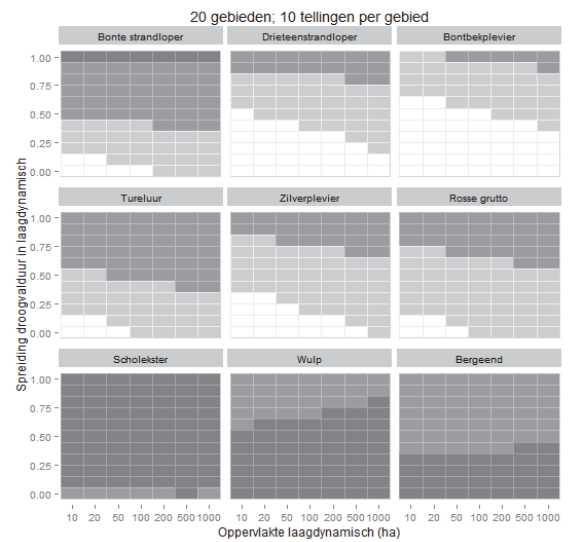
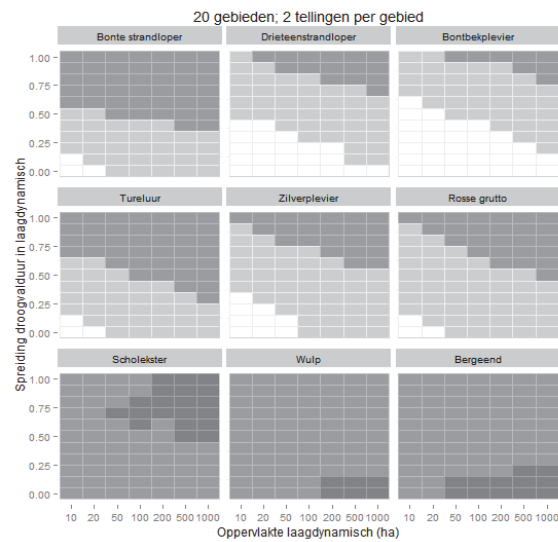
Gebied	BS	DR	BB	TU	ZP	RG	SE	WU	BE	Totaal
HPL	89	8.8	3.6	46	9	10.1	272.9	82.1	32.2	553.6
MPW	0.4	0	0	0.4	0.1	0.2	14.8	15.8	15	46.8
MPO	2.3	0.2	0.1	1.5	0.4	0.5	23.1	13.1	8	49.1
RBN	4.4	0.4	0.2	2.8	0.7	1	44.3	25.1	15.3	94.3
RBZ	0.7	0.1	0	0.5	0.2	0.3	21.6	22.6	21.2	67.2
PHS-PHO	1.3	0.1	0.1	1	0.3	0.4	25.9	20.8	16.2	66.1
PHW	0.2	0	0	0.1	0	0.1	8.1	11	12.5	32
PHN	0.6	0.1	0	0.5	0.2	0.4	43.3	70.9	91.2	207.2
KPB	0.8	0.1	0	0.5	0.1	0.2	10.5	6.8	4.6	23.7
BZH	6.9	0.7	0.3	4.4	1	1.5	64.2	34.9	20.7	134.6
MLP	1.8	0.2	0.1	1.4	0.4	0.8	63.6	70.7	69.3	208.3
PLB-ZGO	14.9	1.5	0.6	8.9	2	2.7	102.4	47.3	25	205.3
ZGW	0.6	0.1	0	0.5	0.1	0.2	13.4	11.2	9	35.2
LSW	1.1	0.1	0	0.9	0.3	0.6	49	62.8	68	182.7
LSO	0.2	0	0	0.2	0.1	0.1	7.6	8.3	8	24.5
PSO-PSM	8.5	0.8	0.3	5	1.1	1.4	50.2	21.4	10.7	99.5
PSW	2.3	0.2	0.1	1.5	0.4	0.5	23	13.1	8	49
PSP	7.9	0.8	0.3	5.1	1.3	1.8	85.6	50.5	31.7	185.1
Totaal	44.3	4.4	1.8	27.8	6.7	9.6	459.1	320.1	250.5	1124.3



## Bijlage 6



Figuur 18: vergelijking van de resultaten uit de poweranalyse voor verschillend aantal telgebieden en tellingen per gebied: verwachte aanwezigheid (aantallen  $\geq 1$ ) per soort en in functie van de oppervlakte laagdynamisch litoraal ( $Opp_L$ ) en de spreiding in droogvalduur ( $SP_L$ ). Resultaten voor totaal aantal per telgebied. Wit: soort is afwezig; grijs: soort is aanwezig. De schakering in grijswaarden geeft de betrouwbaarheidsintervallen weer op de predictie: donkergrijs: verwachting op basis van de ondergrens van de 90% betrouwbaarheidsintervallen rond de verwachte aantallen; midden grijs: verwachting op basis van de gemiddelde verwachte aantallen; lichtgrijs: verwachting op basis van de bovengrens van de 90% betrouwbaarheidsintervallen rond de verwachte aantallen. De soorten zijn geordend (linksboven naar rechtsonder) in functie van toenemend gewicht.



Figuur 19: vergelijking van de resultaten uit de poweranalyse voor verschillend aantal telgebieden en tellingen per gebied: verwachte aanwezigheid (aantallen  $\geq 1$ ) per soort en in functie van de oppervlakte laagdynamisch litoraal ( $Opp_L$ ) en de spreiding in droogvalduur ( $SP_L$ ). Resultaten voor aantal per 10 ha. Wit: soort is afwezig; grijs: soort is aanwezig. De schakering in grijswaarden geeft de betrouwbaarheidsintervallen weer op de predictie: donkergrijs: verwachting op basis van de ondergrens van de 90% betrouwbaarheidsintervallen rond de verwachte aantallen; midden grijs: verwachting op basis van de gemiddelde verwachte aantallen; lichtgrijs: verwachting op basis van de bovengrens van de 90% betrouwbaarheidsintervallen rond de verwachte aantallen. De soorten zijn geordend (linksboven naar rechtsonder) in functie van toenemend gewicht.